بسم الله الرحمن الرحيم

بحث بعنوان :

عمليات تكرير البترول

تجميع وإعداد للطباعة :

م / أيمن يحيي إبراهيم محمد

مايو 2007

الفهرس

المقدمة

تاريخ صناعة البترول

عرف البترول منذ آلاف السنين، وعرفته شعوب العالم ذات الحضارات القديمة، كمصر وبابل وسومر والصين وروسيا. وقد ورد ذكر البترول في الكتب المقدسة، وكذلك فيما كتبه الرحالة الأوائل، وقد جاء في التاريخ القديم أن فلك نوح عليه السلام قد غُطي من الداخل والخارج بالقطران .

وفي العصور الحديثة، وفي منتصف القرن التاسع عشر، أصبح للبترول مكانته الراسخة في الحضارة الإنسانية، وصار مصدرا مهما من مصادر الحرارة والضوء، وكان الناس حتى ذلك الحين، يحصلون على حاجتهم من البترول من الكميات البسيطة التي يعثرون عليها على شكل رشح على سطح الأرض، أو على سطح مياه البحيرات والأنهار. فلما أوشكت هذه المقادير القليلة على النفاذ، أخذ الناس ينقبون عنه في باطن الأرض .

وكان نجاح " أدوين دريك " في حفر بئر البترول الأولى، في شمال غربي بنسلفانيا بالولايات المتحده الأمريكية في عام 1859م، إيذانًا بمولد صناعة البترول العالمية، التي لم تلبث أن أصبحت ـ في أقل من نصف قرن ـ إحدى الدعائم الرئيسة التي ترتكز عليها الحضارة الإنسانية. وفي مصر، لم يمض أكثر من تسع سنوات على قيام دريك بحفر بئره الأولى، حتى عثر على البترول في منطقة "جمسه" على الساحل الغربي لخليج السويس .

وقد أدى نجاح "أدوين دريك" إلى إقبال الشركات، فيما بعد، على حفر آلاف الآبار، بحثًا عن البترول في الولايات المتحدة الأمريكية وفي البلاد الأخرى .

ومع تزايد إنتاج هذه الشركات بسرعة، بذل رجال البترول جهودا خارقة لتطوير مختلف مراحل الصناعة البترولية، بحيث تفي بمتطلبات هذا العالم المادي، ولعل ما تحقق في هذه الصناعة منذ حفر بئر دريك خير شاهد على ذلك .

ففي خلال الخمسينيات من القرن الماضي، كانت هناك نسبة ضئيلة فقط من كل الأعمال تنجز عن طريق الآلات، بينما كانت النسبة الباقية الأعظم تنجز بجهود الإنسان وحيوانات الجر. كما كان رجال الصناعة يعانون الخسائر التي تلحق بالماكينات، والآلات التجارية البسيطة الموجودة في ذلك الوقت، بسبب الافتقار إلى الزيوت والشحومات المناسبة. ولكن بعد اكتشاف البترول وإنتاجه، أصبح من الممكن تحقيق تنمية عالية سريعة وطويلة الأمد، كما أمكن إدخال تطويرات مهمة مستمرة على الآلات البخارية وآلات

الاحتراق الداخلي ومختلف الآلات، ونتيجة لذلك، تضاعف استخدام الطاقة الميكانيكية مئات المرات في خلال قرن من الزمان .

إن الآلات والماكينات التي تعتمد اليوم على البترول في كل احتياجاتها، من زيوت التزييت والتشحيم، وعلى الجانب الأعظم من احتياجاتها من الطاقة، تقوم بإنجاز معظم الأعمال في العالم. وبعد انقضاء أكثر من قرن من الزمان على حفر بئر البترول الأولى في الولايات المتحدة الأمريكية، أصبح استخدام الآلات التي تدار بالبترول يتيح إنتاج أضعاف ما كان يمكن إنتاجه في وقت مماثل قبل استخدام هذه الآلات، وبالتالي يتيح مضاعفة الدخل القومي عشرات المرات .وأتاحت ميكنة الزراعة في العديد من الدول توفير الغذاء لملايين من السكان في العالم مع تخفيض العمالة المطلوبة. وفي الوقت ذاته، فإن العامل نفسه أصبح يمتلك المزيد من الإمكانات للاستمتاع بالمنتجات والخدمات التي أتاحتها صناعة البترول.

تجميع وإعداد للطباعة :-
م / أيمن يحيي إبراهيم محمد

الفصل الأول

أصل البترول وتركيبه الكيميائي وأساليب الكشف عنه

القسم الأول: أصل البترول وطرق الكشف عنه، وعمليات الحفر والإنتاج

أصل البترول :-

تَكّون البترول ـ الذي نستخدمه اليوم ـ منذ ملايين السنيين، ولكن لا أحد يعلم تماماً كيف تكون هذا البترول، وما أصله. نحن نعلم أن البترول يوجد في قيعان البحار القديمة، ويستقر الكثير منه الآن بعيدا تحت سطح الأرض في المناطق البرية، أو تحت قيعان البحار والمحيطات .

وتقول إحدى النظريات الخاصة بأصل البترول :

إن الزيت قد تكون من النباتات الميتة، ومن أجسام مخلوقات دقيقة لا حصر لها. ومضمون هذه النظرية، أن مثل هذه البقايا ذات الأصل الحيواني أو النباتي، ترسبت في قيعان البحار القديمة، وترسبت فوقها المزيد من الصخور المحتوية على المواد العضوية نفسها، التي تحملها الأنهار لتصب في البحار .وقد شكلت هذه المواد العضوية، المختلطة بالطين والرمال، طبقة فوق طبقة استقرت على قاع البحار. ولأن الطبقات القديمة قد دفنت تحت أعماق أبعد وأبعد، فقد تحللت المواد العضوية بفعل الوزن والضغط القائم فوقها. وهذا الضغط الهائل يولد أيضا الحرارة. ومن ثم فإنه بفعل الضغط والحرارة، فضلا عن النشاط الإشعاعي والتمثيل الكيميائي والبكتيري كذلك، تحولت المادة العضوية إلى مكونات الهيدروجين والكربون، التي تتحول في النهاية إلى المادة التي نعرفها باسم البترول، ونستخدمها للطاقة. ومن المعتقد أن الطبقات العديدة المتراكمة قد كونت الصخور الرسوبية المعروفة، مثل الصخور الجيرية والصخور الرملية والدولوميت، والصخور الأخرى التي تكونت من الجسيمات الرقيقة الهشة، التي التصقت في كتل صلبة بفعل الضغط الهائل الذي يتولد نتيجة تراكم هذه الصخور بعضها فوق بعض، وبعض هذه الصخور كثيف جدا لدرجة لا تسمح بنفاذ الزيت والغاز. أما باقي الصخور، فهي مسامية، بحيث تسمح للبترول والغازات الطبيعية المصاحبة بأن ترشح من خلالها. ويوجد الزيت في باطن الأرض على شكل نقط دقيقه بين حبيبات الرمال والحجر الرملي وفي شقوق الحجر الجيرى، وليس صحيحا ذلك المفهوم الخاطيء أن البترول يوجد على شكل بحيرات أو أنهار أو ينابيع .

وهناك عدة أنواع من التراكيب الجيولوجية، تصلح لتجميع زيت البترول الخام. وهناك شرطان أساسيان لاحتجاز هذا الزيت في الخزان الجوفي وعدم تحركه وهما :

1. لابد من وجود "مصيدة" تحتجز الزيت، وتمنع تحركه خلال الطبقة الحاملة له، وهذه المصيدة قد تكون واحدة من عدة أنواع سيرد ذكرها .
2. وجود حاجز من الصخور الصماء، يمنع هروب الزيت إلى طبقات أعلى، وتسبب الطبقات الصخرية التي تعلو التكوينات الحاملة للزيت ضغوطًا كبيرة تصل إلى آلاف الأرطال على البوصة المربعة، وتزيد من قوة هذا الضغط حركة انثناء الطبقات التي تصاحب تكوين التركيب الجيولوجي، والتي تكونت نتيجة للتحركات في القشرة الأرضية في الماضي السحيق، حيث حدثت انهيارات أو كسور في قيعان المحيطات بين الطبقات المسامية وغير المسامية .

وتتسبب الضغوط الهائلة في تحرك الزيت والغاز إلى طبقات أكثر مسامية، مثل الحجر الرملي والحجر الجيري. ويستمر تحرك الزيت خلال الطبقات المسامية في التركيبات الجيولوجية، إلى أن يصادف طبقة من الصخور الصماء غير المسامية، ولا يستطيع النفاذ منها فيبقى مكانه. وفي مثل هذه الأماكن يتجمع الزيت والغاز والماء .

ونتيجة كل ذلك، تكونت "مصائد" مناسبة لاحتجاز الزيت والماء وتجميعهما. وهذه المصائد هي المصدر الرئيس لاحتياطات العالم اليوم من البترول والغاز الطبيعي، وهي عادة ما تكون على مسافات بعيدة الأعماق .

وأغلب الأنواع المعروفة من مصائد الزيت :

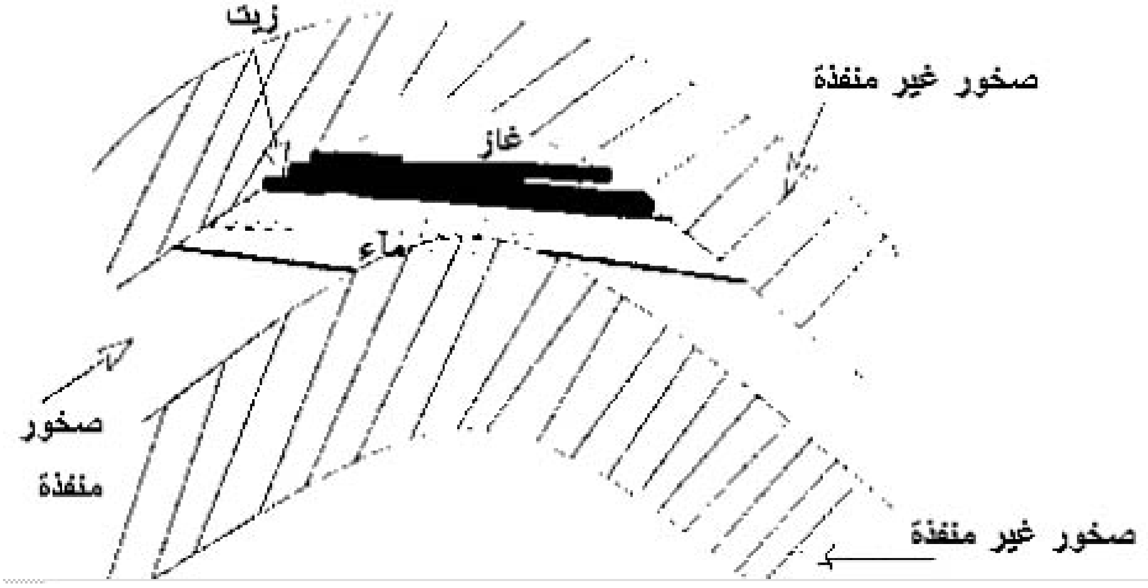
1 . التكوين القبوي :

هي طية أو انثناء إلى أعلى، في أطوار نمو الأرض، تكون على شكل قوس (الشكل الرقم 1)

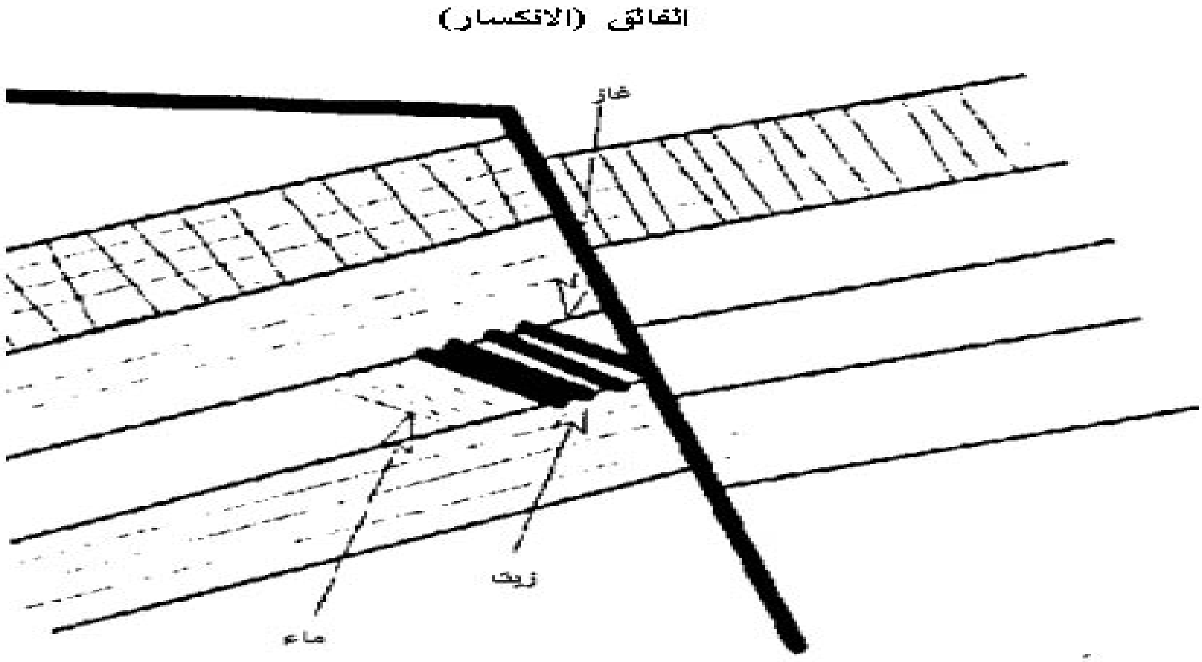
2 . الفالق أو الانكسار :

وينتج عن كسر في طبقات الأرض أو في القشرة الأرضية، يترتب عليه انزلاق طبقة على طبقة، فتواجه حافة إحدى الطبقات الصالحة لتجمع الزيت، طبقة أخرى صماء، فتتكون نتيجة لذلك مصيدة مناسبة لاحتجاز الزيت وتجمعه، والمصائد الناشئة عن حركات الانثناء والفالق تعد أمثلة للمصائد التركيبية .(الشكل الرقم 2) .

تكوين قبوى تقوس



شكل رقم (1)



شكل رقم (2)

3 . المصائد الطبقية :

لا تنتمي بصلة إلى الفالق ولا الانثناء، وإنما ترجع إلى تحول في طبيعة طبقات الأرض، فتصبح أقل مسامية، وأقل قابلية للنفاذ، والمصائد الطبقية هي تكوين تحبس فيه الطبقات المسامية بين الطبقات غير المسامية .

وفي مناطق كثيرة من العالم، هناك رواسب هائلة من الصخور الملحية التي تكون على هيئة نصف سائل، أو عجينة، نتيجة لضغط طبقات الصخور الأخرى ودرجة الحرارة، وتدفع خلال طبقات الصخور التي تكون بأعلاها فتحدث تقويسا لها فتكون المصيدة. والملح الموجود هذه الحالة لا يسمح بنفاذ البترول ويعمل كصخور مانعة لنفاذه .(الشكل الرقم 3) .

وقد تكونت كل المصائد بسبب التحركات الجيولوجية، بمعنى أن البترول يتجمع في هذه المصائد بكميات قد تكون مناسبة واقتصادية، مما يستدعي القيام بعمليات البحث واستغلاله. ولاشك أن أسهل هذه المصائد من حيث إمكانية استكشافها وأسخَاها عطاء للبترول، هي المصائد من النوع القبوي.

الكشف وأساليبه :-

يبدأ البحث عن زيت البترول بمعرفة الجيولوجي، وهو لا يقوم بالحفر بحثًا عن الزيت، ولكنه يقوم بعمل مسح تمهيدي ليقرر أين "يحتمل "وجود الزيت؟

المسح الجيولوجي :-

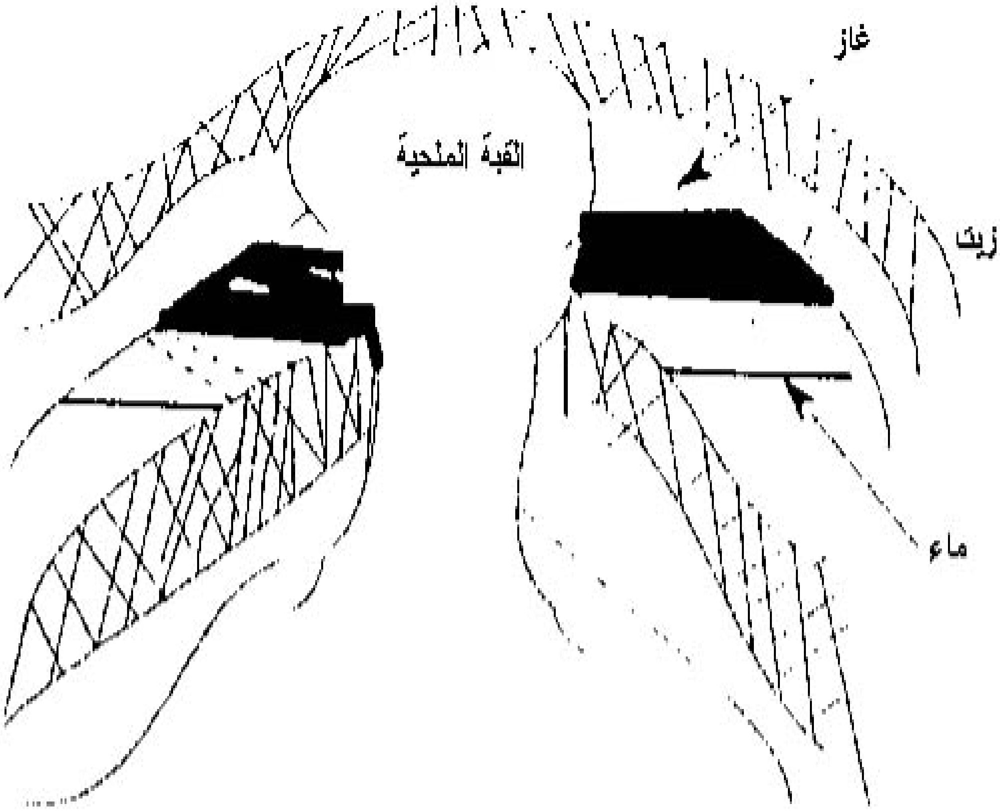
وعند البحث عن الزيت في منطقة ما، يعمل الجيولوجي أولاً على معرفة ما إذا كانت الظروف في الحقبات الجيولوجية الماضية قد ساعدت على تكون البترول في منطقة البحث؟ ويقوم برسم خرائط في المناطق التي يقوم بمسحها، معتمدا على مشاهداته للصخور الظاهرة على سطح الأرض، ثم يبحث عن أي نشع من الزيت، إذ ربما يكون قد نضح على السطح. وقد يلجأ الجيولوجي إلى إحداث حفر في الأرض، ليحصل على البيانات التي يحتاجها من جدران هذه الحفر إذا لم تكن هناك صخور ظاهرة على السطح .

ولا تقتصر الخريطة الجيولوجية على بيان الميل والاتجاه، وإنما تحتوي، إلى جانب ذلك، على معلومات مفيدة عن طوبوغرافية "تضاريس "المنطقة، كما تبين الخريطة العصور الجيولوجية المختلفة التي تنتمي إليها الطبقات، كما تبين جميع الآبار، وأنواع الرشح، وطرق الصرف .

ورغم كل ذلك، فإن هذه البيانات لا تؤكد وجود البترول، إلا أنها تساعد الجيولوجي على معرفة الظروف الجيولوجية تحت سطح الأرض، بما يمكنه من تقرير الطبقات والأعماق التي "يحتمل" وجود البترول فيها، فإذا وجدت الظروف الجيولوجية ملائمة، يبدأ البحث عن تكوينات يحتمل أن يتجمع فيها الزيت .

ومن أهم الأساليب التي تعين الجيولوجي في هذا الأمر، التصوير الفوتوغرافي الجوي، حيث تطير الطائرة في اتجاه معين ثابت فوق المنطقة المزمع مسحها، وأثناء تحليقها يقوم جهاز التصوير الدقيق المثبت فيها، بالتقاط صور سريعة تغطي كل منها ثلثي الصور السابقة لها. وبهذا يمكن الاطلاع على معالم المنطقة جميعها بصورة مجسمة، وملاحظة انحدار الصخور، كما يسهل تمييز الانثناءات والفوالق، وبنقل هذه الظواهر من كل مجموعة من الصور وتجميعها معا، يمكن الحصول على خريطة تفيد في مرحلة الكشف التالية .

القبة الملحية



شكل رقم (3)

المسح الجيوفيزيقي :-

وعادة ما تستخدم أساليب أخرى بخلاف الطرق الجيولوجية، وذلك إلى جانب رسم خريطة التكوينات الصخرية الموجودة تحت سطح الأرض، من سطح الأرض أو من الجو، وهي :

1 . أسلوب قياس جاذبية الأرض :

تستخدم أجهزة دقيقة جدا لقياس الاختلافات الطفيفة في قوة الجاذبية الأرضية على السطح، كالجرافيميتر "جهاز قياس الجاذبية ." Gravimeter وهناك أربعة عوامل تؤثر في اختلاف شدة الجاذبية على سطح الأرض من مكان لآخر، وهي القوة المركزية الطاردة الناتجة عن دوران الأرض، وارتفاع المكان عن سطح البحر، وفرطحة الأرض عند القطبين، واختلاف كثافة الصخور بالقشرة الأرضية تحت نقطة المشاهدة، وتتأثر الاختلافات بكيفية توزيع الصخور ذات الكثافة المختلفة تحت سطح الأرض. وبهذه الطريقة يمكن الكشف عن أي شيء غير عادي بدقة. كوجود قمة جرانيتية مدفونة، أو تركيب قبوي رفع جزءا من صخور قديمة كثيفة عن وضعها الطبيعي، أي يمكن بدقة التعرف على طبيعة التكوينات في الأعماق .

ويتركب الجرافيميتر من ميزان لولبي دقيق، ومرايا، وتلسكوب يساعد على القراءة الدقيقة داخل صندوق معزول ذي حرارة ثابتة .

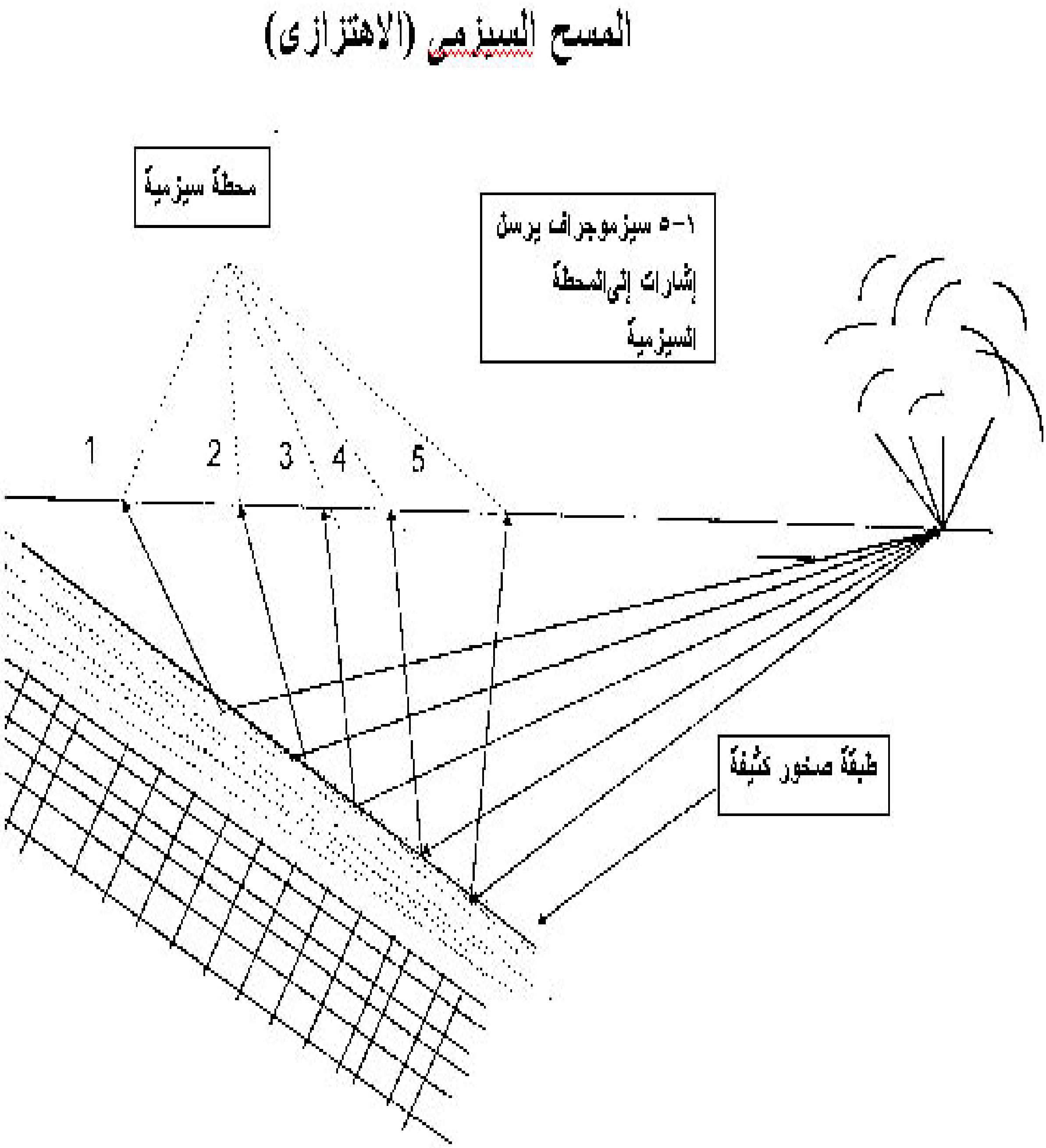
2 . أسلوب قياس الاهتزازات أو الزلازل :

يقوم هذا الأسلوب على أساس إحداث هزات أرضية صناعية، بتفجير شحنات من المواد المتفجرة، فيولد الانفجار موجات من الاهتزازات في القشرة الأرضية، فتتلقاها وتسجلها أجهزة غاية في الحساسية تسمى "السيزموجراف "Seismograph" أو السيزمومميتر"، أي مقياس الاهتزازات. وهذه الأجهزة تثبت بترتيب معين على أبعاد مختلفة من مكان الانفجار، في المنطقة التي يجري فيها الكشف .(الشكل الرقم 4 .(

ويعتمد هذا الأسلوب على القاعدة المعروفة .وهي أن سرعة سريان موجات الاهتزازات تختلف باختلاف أنواع الصخور، فهذه الموجات تنتقل خلال التكوينات الصلبة الكثيفة، بسرعة تفوق سرعة انتقالها خلال التكوينات الخفيفة والهشة منها. وبقياس سرعة الموجات، يمكن معرفة نوع الصخور التي اجتازتها، وتقدير عمقها .

وهناك أسلوب آخر يستخدم على نطاق واسع، وهو يعتمد على أن موجات الاهتزازات تحدث انعكاسا أو صدى عندما تصطدم برواسب صلدة كالحجر الجيري، فيقاس الوقت الذي يستغرقه انتقال

الموجات من السطح إلى الطبقة العاكسة تحت الأرض، ثم الارتداد إلى السطح، فيمكن معرفة عمق الطبقة العاكسة. وتُعد طريقة قياس الاهتزازات أنفع الأساليب الجيوفيزيقية التي توصل إليها العلم للحصول على معلومات مباشرة عن التركيبات الجيولوجية المختفية في باطن الأرض، وتعرف هذه الطريقة عادة بالطرقة السيزمية. وتفصيلاً لما سبق ذكره، يقوم الجيوفيزيقي بتحديد أماكن أجهزة السيزموجراف في المنطقة التي رسم حدودها مهندس المساحة، ثم يتم



شكل رقم (4)

تجهيز حفَر في المنطقة توضع فيها شحنات متفجرة، ويقوم المكاف بالتفجير ـ لدى تلقيه الأمر من مهندس تشغيل السيزموجراف ـ بإشعال كبسولة الانفجار. ويسجل السيزموجراف، وقت الانفجار، موجات الاهتزازات المتتالية. ويظهر أولاً في الرسم البياني الذي يسجله السيزموجراف موجات الاهتزاز، التي تسري على سطح الأرض من نقط الانفجار، يتلوها ظهور عدد من الانعكاسات الزلزالية التي هي ارتداد موجات الاهتزاز إلى سطح الأرض، عند اصطدامها بتغيير في نوع الطبقات الصخرية والحجر الرملي إلى الحجر الجيري وغيره .وكلما زاد عمق الطبقة زاد الوقت الذي يستغرقه وصول موجات الاهتزاز إليها، ثم ارتدادها إلى السطح، وتسجل أجهزة السيزموجراف هذه الانعكاسات بترتيب وقت وصولها .ومن معرفة سرعة سريان موجات الاهتزاز في طبقات الأرض، ثم عودتها إلى السطح، وشدة الذبذبات التي تحدثها، يمكن استنتاج الأعماق التي تقع عليها مختلف الطبقات الصخرية في باطن الأرض وأنواعها. وبذلك يمكن للجيولوجي تعيين موقع كل طبقة ونوعها.

3 . أسلوب قياس المغناطيسية

يمكن معرفة توزيع الصخور ذات الخواص المغناطيسية المختلفة، من دراسة الاختلافات المحلية في كثافة المجال المغناطيسي للأرض واتجاهاته، ومن أسرع الطرق لتصوير منطقة واسعة، القيام بمسح مغناطيسي لها، بالاستعانه بآلات الماجينيتوميتر Magnetometer التي تحملها الطائرات .

ويوضح جهاز الماجنيتوميتر الاختلافات في المجال المغناطيسي للأرض الناشئة عن التكوينات المختلفة الواقعة تحت سطح الأرض .وتدل المعلومات التي يحصل عليها هذا الجهاز على بعض التكوينات الجيولوجية، وهذا الجهاز يعد صورة دقيقة حديثة للمسح الذي استخدمه الخبراء زمنًا طويلاً في عمليات البحث عن خام الحديد، وقد استخدم في مسح مناطق شاسعة من سطح الأرض .

وبعد الحرب العالمية الثانية، تم اختراع جهاز قياس مغناطيسي جوي تحمله الطائرات، يساعد على مسح مناطق واسعة في زمن قصير، وهي أسرع وسيلة لمسح المناطق الشاسعة .

وهناك أهمية كبرى للتعرف على تكوينات تنتمي إلى عصر واحد. ولتحقيق ذلك، فإن الأسلوب الرئيس المتبع هو إعداد ثقوب في الأرض، لاستخراج عينات صخرية، يتبعها مقارنة التركيبات التي تحت الأرض من ثقب إلى آخر من ناحيتي العمق والسمك. وتتم دراسة نوع الحفريات والصخور التي يعثر عليها وطبيعتها وشكلها .

وفي أثناء البحث عن التكوينات الملائمة، يقوم الجيولوجيون والجيوفيزيقيون بفحص مناطق كثيرة من الأرض، وتستقر دراساتهم عادة على اختيار مناطق صغيرة، يرونها نموذجية لإجراء عمليات

استكشاف مفصلة فيها. ولكن حتى بعد تصوير المناطق ودراستها دراسة تفصيلية، فإن وجود الزيت لا يمكن إثباته إلا بوسيلة واحدة وهي الحفر

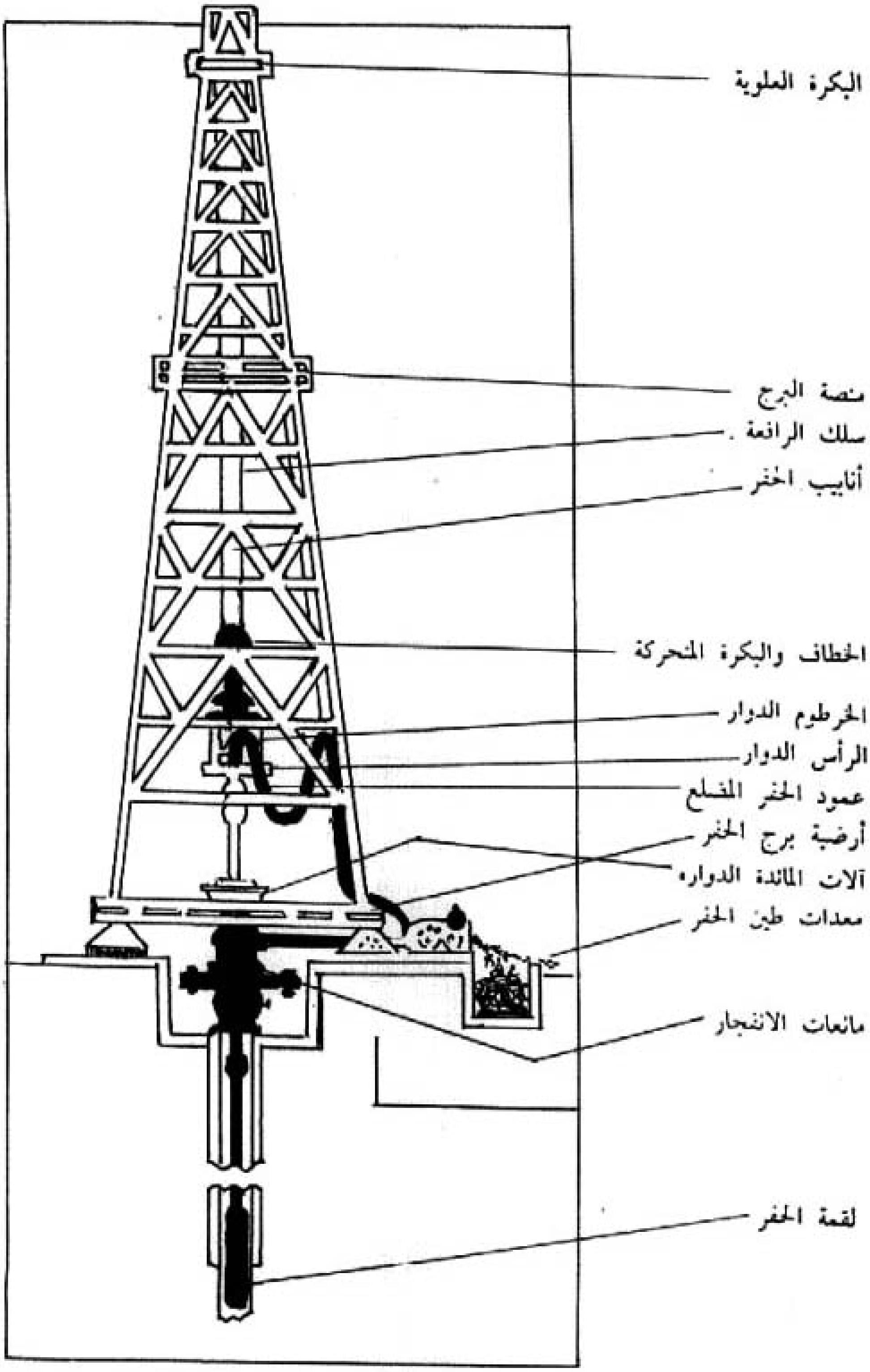
عمليات الحفر :

هناك ثلاثة أساليب للحفر بحثًا عن الزيت وهي :

1. طريقة الدق THE CABLE TOOL
2. طريقة الدوران "الرحى THE ROTARY DRILL "
3. طريقة الحفر التوربيني TURBO DRILLING

وتتشابه الطريقتان الأولى والثانية، في أن كلاهما يحتاج إلى برج حفر ومحرك ومستودعات للتخزين، ومواسير فوق الأرض، وتختلفان فيما عدا ذلك، وطريقة الحفر الأولى هي الأقدم، وكانت السائدة خلال القرن التاسع عشر الميلادي، ومازالت مستعملة في بعض المناطق، ولكن يقتصر استعمالها على الأعماق القريبة، وعلى الآبار التي لا تخترق كثيرا من الطبقات الصلبة، وهي أرخص من طريقة الدوران، إذ لا تتطلب تبطين الحفرة بمواسير الصلب المرتفعة التكلفة تبطينًا كاملاً، كما هو الحال في طريقة الدوران "الرحى". وعلى كل، فإن طريقة الدوران هي الطريقة الشائعة الاستعمال في الوقت الحالي. أما الطريقة الثالثة "الحفر التوربيني" فطريقة مستحدثة يدار فيها المثقب بواسطة توربينات، يتم تحريكها بواسطة طين الحفر "الطفلة ."(الشكل الرقم 5).

برج الحفر



شكل رقم (5)

وبعد تحديد موقع الحفر، يبدأ العمل في إقامة جهاز الحفر الذي يتكون من برج قوي من الصلب، وآلات رافعة "أوناش"، والكثير من وصلات مواسير "أنابيب" الحفر والتغليف، وهى أنابيب فولاذية مجوفة يوصل بعضها بالبعض الآخر بالقلاووظ، ويثبت في طرفها الأسفل دقاق "مثقاب" أو أداة قطع، وفي طرفها الأعلى حمالة متحركة أو رأس دوار. ويضم محركات لإدارة مواسير الحفر، ومضخات لدفع سائل الحفر "الطفلة" داخل الأنابيب .

وعندما تبدأ فعلاً عملية الحفر، ترفع إحدى مواسير الحفر إلى داخل جهاز الحفر، ويركب في أسفلها مثقاب من القطر اللازم، ثم تركب الماسورة في أسفل ماسورة الدوران التي ترتبط بمضخات الحفر بواسطة خرطوم ذي ضغط عال، بحيث يمكن ضخ طين الحفر "الطفلة" إلى داخل مواسير الحفر من خلال المثقاب، ثم صعودا في الفراغ بين الماسورة والبئر، بحيث يبقى ثقب الحفر خاليا من الصخور المفتتة التي يكسرها المثقاب، وتدار ماسورة الحفر والمثقاب بواسطة "الرحى الدوارة" التي توجد على أرض هيكل الحفر، والتي تديرها بدورها سلسلة مرتبطة بالرافعة. وعندما تختفي ماسورة الحفر داخل الأرض تركب عليها ماسورة أخرى بالطول ذاته وهكذا ...

وتخرج الطفلة في مستودعات تتصل بمضخات الحفر، بحيث يمكن ضخ الطفلة من مستودعها، فتمر خلال ماسورة الحفر والمثقاب. وعندما تعود إلى سطح الأرض ترجع إلى المستودع، ثم يعاد ضخها مرة أخرى... وهكذا. والطفلة العائدة إلى السطح، تمر قبل عودتها إلى المستودع على غربال هزاز، يحجز على سطحه قطع الصخور الصغيرة المفتتة وحبات الرمل الكبيرة، وهذه العملية تمكن من تنقية طفلة الحفر بحيث تتاح إعادة استخدامها، فضلاً عن أنها تتيح للجيولوجيين عينات من الصخور الموجودة في باطن الأرض، لفحصها والاستدلال على نوعها، وكذلك للحصول على المعلومات المتعلقة بطبقات الأرض، والتعرف على أية شواهد بترولية أو غازية. ولطينة الحفر "الطفلة "مزايا أخرى، بالإضافة إلى ما سبق فهي تؤدي إلى تثبيت جدران البئر فتمنعها من الانهيار، كما تبرد المثقاب الذي ترتفع درجة حرارته مع تقدم اختراقه للصخور. ومن مهامها أيضا التحكم في الغازات التي قد يقابلها الحفر؛ ولذلك يقوم مهندس الطفلة، بصفة مستمرة، بقياس درجة لزوجة الطفلة وثقلها، لضمان أن يكون وزن عمود الطفلة في البئر أكبر دائما من ضغط الغاز الموجود، وإلا اندفع الغاز خارج البئر، بل قد يؤدي إلى حوادث جسيمة. ولكي تحتفظ الطفلة بتركيبها تستخدم أنواع مختلفة من المواد الكيماوية. وأهمها مسحوق سلفات الباريوم، الذي يبلغ وزنه أربعة أضعاف وزن الماء، ويضاف المسحوق إلى الطفلة فيزيد من وزنها ليصل إلى الوزن المطلوب.

ويواصل الخبراء ـ أثناء عملية الحفر ـ التعرف على خواص الطبقات التي يخترقها الحفر بتحليل فتات الصخور التي تحملها الطفلة، وفحصها تحت الميكروسكوب، واختبار بعض الخواص الطبيعية للصخور باستخدام طريقة كهربائية خاصة، مثل درجة المسامية والمحتويات السائلة .

وعندما يستدل ـ من الطفلة الخارجة من البئر ـ على أن المثقاب قد أصاب طبقة محملة بالزيت أو رمالاً ندية بالزيت، تستمر أعمال الحفر حتى يتم تحديد سمكها بالضبط، ثم يتم تفكيك برج الحفر ونقله، ويبقى الزيت في قرار البئر بثقل الطفلة عليه. ثم تدلى في البئر أنابيب التغليف الأخيرة ذات قطر أصغر، وتثبت بالأسمنت لمنع تسلل المياه إلى البئر. ثم تدلى مصفاة أنبوبية إلى الطبقة المحملة بالزيت. لتكون مانعا للرمال من أن تدخل مع الزيت والغاز، وبعد ذلك تدلى في البئر مواسير الإنتاج الضيقة إلى المصفاة، فيتدفق فيها الزيت والغاز إلى سطح الأرض. وآخر مرحلة قبل شروع البئر في الإنتاج هي التخلص من الطفلة الثقيلة، وذلك بإحلال الماء محلها. ويتم تركيب مجموعة من الصمامات على فوهة البئر يطلق عليها اسم شجرة عيد الميلاد Christmas Tree وذلك للتحكم في إنتاج البئر، ويمضي رجال البترول إلى موقع آخر في محاولة جديدة للبحث عن أهم مورد للطاقة .

الإنتاج :-

طالما كان الضغط الطبيعي في قاع البئر كافياً لدفع الزيت إلى السطح، فإن الزيت يتدفق من البئر تدفقًا طبيعيا، والماء والغاز هما اللذان يسببان هذا الضغط. وعادة ما يكون أحدهما ذا أثر أكبر من الآخر. وبالنسبة للآبار الحديثة العهد بالإنتاج، يتدفق الزيت تدفقًا طبيعيا لفترة ما، وكلما انخفض الضغط الطبيعي في الخزان الجوفي انخفضت كمية الزيت المنتجة تدريجيا، ويتلاشى الضغط ويتوقف الإنتاج، مما يستدعي اتباع طرق صناعية لرفع الضغط وعودة الإنتاج، وهناك طريقتان لتحقيق ذلك :

1. استخدام المضخات لسحب الزيت .
2. رفع الزيت بضغط الغاز والمياه التي يتم حقنها في البئر.

القسم الثاني: التركيب الكيميائي للبترول، وتصنيفه ومعالجته :-

التركيب الكيميائي للبترول

إن أيدروكربونات السلاسل البارافينية والنفثينية والأروماتية هي المركبات الأساسية الداخلة في تركيب البترول 80 - 90%، كما توجد في البترول، علاوة على ذلك، كميات ضئيلة نسبيا من المركبات الأكسجينية والكبريتية والنتروجينية. وتتحدد خواص البترول الفيزيائية والكيمائية بنسبة المركبات الداخلة في تركيبه. أما الأيدروكربونات غير المشبعة "الأوليفينات" فغالبا لا تتوفر في الخام، ولكن يمكن توفرها نتيجة لعمليات التكرير المختلفة .

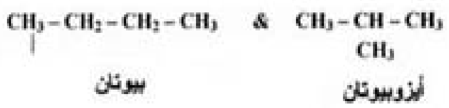
1 . الأيدروكربونات الداخلة في تركيب البترول :-

في البترول أيدروكربونات غازية وسائلة وصلبة بتركيبات مختلفة ويمكن تقسيمها إلى :

أ.الأيدروكربونات البارافينية " الكانات "

الأيدروكربونات البارافينية الداخلة في تركيب البترول عبارة عن غازات أو سوائل أو مواد صلبة عند درجة الحرارة العادية، وتحوي سلسلة المركبات الغازية من 1 إلى 4 ذرات كربون(C_1 - C_4) ، وتدخل هذه المركبات في تركيب الغازات الطبيعية المصاحبة" associated gases الميثان، الإيثان، البروبان، البيوتان". أما المواد التي تحوي من 5 إلى 15 ذرة كربون(C_5 - C_{15}) ، فهي سوائل، تدخل في تركيب الجازولين والكيروسين ووقود آلات الديزل، وابتداء من $C_{16}H_{34}$ مواد صلبة "شموع بارافينية ".

والأيدروكربونات سلسلة الميثان أيزومرات مختلفة، يزداد عددها ازديادا كبيرا كلما زاد عدد ذرات الكربون في السلسلة الكربونية. وتؤدي هذه الخاصية إلى صعوبة فصل بارافينات منفصلة مفردة من القطفات البترولية، نتيجة لتقارب درجات غليان الأيزومرات. ويمكن أن يوجد البيوتان على شكلين كالآتي :

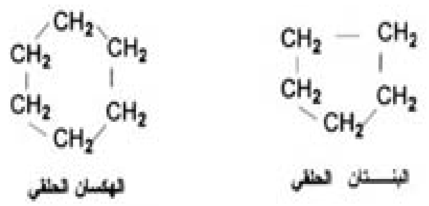


والأيدروكربونات ذات الصيغة الجزيئية C13H28 ، يمكن أن توجد في 802 أيزومر، وكذلك C14H30له 1858 أيزومر، ولذلك نرى أن التركيب الكيميائي للبترول معقد جداً. وأيزومرات

الأيدروكربونات المتفرعة تختلف كلية في خواصها الكيميائية والفيزيائية، عن الأيدروكربونات المقابلة ذات السلسلة المستقيمة. وهذا الاختلاف ممكن أن يشاهد حتى بزيادة ذرة كربون واحدة في الجزيء. فنرى أن للهبتان العادي (n-C7H16) رقم أكتان = صفر بينما أن للأيزوأكتان (iso-C8H18) رقم أكتان = 100. وتعتمد النسبة بين البارافينات العادية والمتفرعة على طبيعة الخام ذاته، فالبترول ذو الكثافة الأقل يكون غنياً بالبارافينات العادية. والبارافينات العادية تؤدي إلى خفض الرقم الأوكتاني، بينما البارافينات المتفرعة تؤدي إلى رفع الخصائص المحركية لوقود الجازولين .

ب. الأيدروكربونات النفثينية " الألكانات الحلقية:

الصيغة الجزيئية العامة لهاCnH2n ، وتختلف عن الأوليفينات بعدم وجود روابط ثنائية. وهي أكثر الأيدروكربونات الداخلة في تركيب البترول انتشارا. وتوجد في قطفات البترول المنخفضة الغليان نفثينات خماسية وسداسية الحلقة "البنتان الحلقي والهكسان الحلقي "



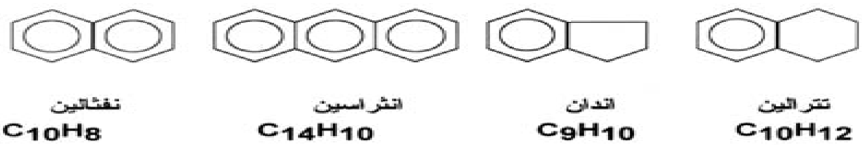
وتوجد كميات كبيرة من الأيدروكربونات النفثينية في القطفات التي تتبخر عند درجة حرارة أعلى من 400م. وفي بعض أنواع البترول الغنية بالبارافينات، تحتوي على القطفات التي تتبخر عند درجة 400 - 550م على 70 - 80% من الأيدروكربونات النفثينية. وتتميز نفثينات القطفات البترولية العالية بتركيب متعدد الحلقات، أي أنها تحتوي على حلقة واحدة أو عدة حلقات ذات سلاسل بارافينية جانبية طويلة .

ج. الأيدروكربونات الأروماتية :

تدخل الأيدروكربونات الأروماتية، من سلسلة البترول والتولوين والنفثالين وغيرها، في تركيب جميع قطفات البترول. وقد تم فصل البنزول والتولوين من قطفات الجازولين. وتحتوي قطفات الكيروسين على أيدروكربونات أروماتية أحادية الحلقة، وقد ثبت وجود مشتقات ثنائي الفينيل والنفثالين وغيرهما، وكذلك مشتقات البنزول ذات السلاسل الأليفاتية الجانبية الطويلة والقصيرة في القطفات التي تغلي عند درجات حرارة أعلى. والقطفات العالية الغليان تحتوي كقاعدة على نسبة من الأيدروكربونات الأروماتية أكبر مما تحتويه القطفات المنخفضة الغليان. وعلى هذا فإن في الجازولين الذي يحتوى على كمية كبيرة من الأيدروكربونات النفثينية، كمية صغيرة من الأيدروكربونات الأروماتية، وبالعكس فالقطفات الغنية

بالأيدروكربونات البارافينية تحتوي على كمية كبيرة من الأيدروكربونات الأروماتيه، وقد اكتشف وجود أيدروكربونات تحتوي على حلقات أروماتية ونفثينية في الوقت نفسه، وذلك في القطفات البترولية الزيتية العالية الغليان .

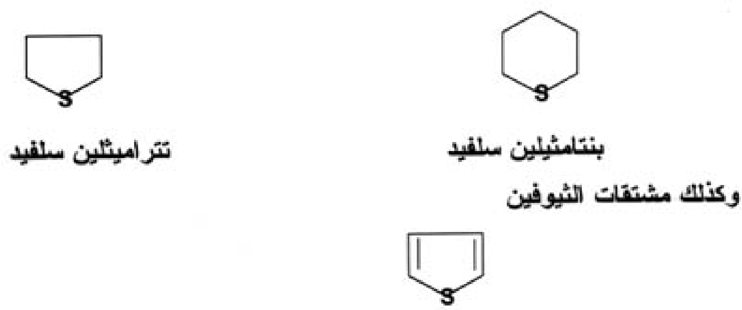
2 . المكونات غير الأيدروكربونية في البترول :



أ.المركبات الكبريتية :

تتوفر المركبات الكبريتية في جميع أنواع البترول بكميات مختلفة 0,5 % الى 3% ويمكن أن تصل إلى 7%، ويعد الخام المحتوي على أقل من 0,5% كبريت خاما منخفض الكبريت، وأعلى من ذلك يعد خاما عالي الكبريت .

ويدخل الكبريت في تركيب مركبات مختلفة، منها غاز كبريتيد الأيدروجينH_2S ، والمركتبانات RSHوالكبريتيدات R-S-R وثنائي الكبريتيدات R-S-S-R والكبريتيدات الحلقية .



ويتوزع الكبريت في القطفات البترولية، بحيث تزداد نسبة وجودة مع ارتفاع درجة الغليان .

ب. المركبات النتروجينية :

توجد المركبات النتروجينية في البترول بكميات صغيرة "من 0.03 إلى 0.3%"، وتزداد نسبة النتروجين في البترول بزيادة الوزن النوعي، ونسبة المواد الراتنجية، ويوجد النيتروجين في الغالب على صورة مركبات ذات طابع عضوي، وتتركز المركبات النتروجينية أثناء التقطير بصورة أساسية في المتبقي بعد عملية التقطير الأولى وهو المازوت .

ج. المركبات الأكسجينية :

لا تزيد نسبة الأكسجين في البترول عن 1%، وتنتمي إلى الأحماض النفثينية والفينولات وكذلك المركبات الأسفلتية الراتنجية .والأحماض النفثينية من ناحية التركيب الكيميائي هي مركبات حلقية تحتوي على مجموعة الكربوكسيل .

د. الشوائب المعدنية :

إن دراسة رماد البترول تقودنا إلى أن البترول يحتوي ـ علاوة على الأزوت N والكبريت S ـ على عناصر أخرى مثل الفاناديوم V والفسفور P والبوتاسيوم K والنيكل Ni واليود I وغيرها .

هـ. المواد الأسفلتية والراتنجية :

تنضم إلى طائفة المركبات العديدة الحلقات، ذات الوزن الجزئي الهائل المتعادلة والمحتوية على الكبريت،علاوة على الأكسجين وتتركز في المتبقي بعد التقطير .

والمواد الراتنجية والأسفلتية تكسب المنتجات البترولية لونًا غامقًا، ويساعد توفر كميات كبيرة من هذه المواد في الوقود، على تكوين فحم الكوك والقشور في أسطوانات المحرك .

وتنقسم المواد الراتنجية والأسفلتية، طبقًا للتصنيف المعمول به، إلى راتنجات متعادلة تذوب في الجازولين الخفيف، وأسفلتينات" نواتج بلمرة الراتنجات المتعادلة مع الأحماض الأيدروكسيلية" لا تذوب في الجازولين الخفيف، ولكنها تذوب في البنزول والكلوروفورم، وكبريتيد الكربون، وأحماض بولينفثينية وانهيدريداتها؛ وهى ذات طابع حمضى، ولا تذوب في الجازولين الخفيف ولكنها تذوب في الكحول

تصنيف خام البترول :-

لنظام تصنيف البترول أهمية كبيرة، إذ يسمح بتحديد اتجاه تكرير البترول، وقائمة أنواع المنتجات وجودتها .

ويتخذ التركيب الأيدروكربوني أساسا للتصنيف الكيميائي للبترول، فبعض أنواع الخام تحتوي على نسب عالية من البارافينات، ومنها الشموع البارافينية الصلبة، وأنواع أخرى تحتوي على النفثينات. وبالتالي فالمنتجات غير القابلة للتقطير "المتبقي" تختلف من خام إلى خام آخر .

ويصنف البترول الخام بطريقة عامة إلى ثلاثة أصناف :

1 . البترول ذو الأساس البارافيني :

يحتوي على الشموع البارافينية، وقد يحتوي على كميات ضئيلة من المواد الأسفلتية، ويحتوي عموما على الأيدروكربونات البارافينية، وغالبا ما يعطي كميات جيدة من الشمع البارافيني وزيوت التزييت عالية الجودة .

2 . البترول ذو الأساس الإسفلتي :

يحتوي على المواد الإسفلتية بكميات كبيرة، أما الشمع البارافيني فلا يتوفر أو يتوفر بكمية ضئيلة، الأيدروكربونات تكون غالبا من النوع النفثيني "الحلقي". وتحتاج زيوت التزييت المنتجة من هذا الخام إلى نوع من المعالجة لتكون في كفاءة الزيوت المنتجة من الخامات ذات الأساس البارافيني .

3 . الخام ذو الأساس المختلط :

يحتوي على كل من الشمع البارفيني وكذلك المواد الإسفلتية بالتساوي، وبه الأيدروكربونات البارفينية والنفثينية، وكذلك بعض النسب من الأيدروكربونات الأروماتية .

الخواص الفيزيائية للبترول ومنتجاته :

عرفنا أن البترول هو خليط معقد من المركبات الأيدروكربونية؛ ولذلك فإن الخواص الفيزيائية التي يتم تعيينها هي في الواقع متوسطات للقيم المفردة لهذه المركبات .

1 . الوزن النوعي النسبي ودرجة :API

يعد الوزن النوعي والكثافة من أهم الخصائص المستخدمة عند دراسة البترول والمنتجات البترولية. ولهاتين الخاصيتين أهمية خاصة عند حساب وزن المنتجات البترولية وكتلتها في الحالات التي يعين فيها حجم هذه المنتجات بالقياس المباشر .

ويطلق اصطلاح الوزن النوعي للسائل أو الغاز،على وزن وحدة حجمه، ويطلق اصطلاح كثافة السائل أو الغاز، على كمية المادة الموجودة في وحدة الحجم، ولتعيين الوزن النوعي لمادة ما، يجب قسمة وزن جسم منها G على حجمه V: G/V

ولتعيين كثافة مادة ما، يجب قسمة كتلة جسم منها m على حجمه V

$$P = \frac{m}{V} \ Kg/m^3$$

أما الوزن النوعي النسبي "الكثافة النسبية"، فهي كمية غير مميزة، وتساوي نسبة كثافة المادة المختبرة إلى كثافة الماء النقي عند درجات الحرارة القياسية "+4م للماء و+ 20م للمنتجات البترولية" ويرمز له بالرمز d420 والكثافة النسبية والوزن النوعي النسبي كميتان متساويتان عدديا. وتقاس كثافة الماء عند درجة 4 م، إذ أن أعلى كثافة للماء تكون عند هذه الدرجة. وهناك طريقة أخرى للتعبير عن كثافة السوائل وهي درجة American Petroleum Institute API

وهي مقلوب الوزن النوعي النسبي، ويعبر عنها بالعلاقة التالية :

$$DegreeAPI = \frac{141.5}{Sp.gr.60/60^{O}F} - 131.5$$

$$F^{O} = C^{O} X \frac{9}{5} + 32$$

$$C^{O} = (F^{O} - 32)\frac{5}{9}$$

وتعين كثافة المنتجات البترولية بواسطة الهيدروميتر أو بالميزان الأيدروستاتي، وكذلك بواسطة قنينة الكثافة .

وتقل كثافة المنتجات البترولية بارتفاع درجة الحرارة. كذلك هناك تأثير بسيط للضغط على كثافة السوائل. وهناك جداول شاملة تبين تغير الكثافة أو الوزن النوعي مع التغير في درجة الحرارة والضغط .

ودرجة API تبدأ غالبا من 10 إلى API50 ، ولكن لمعظم أنواع خام البترول تنحصر القيمة بين 20 إلى API. 45

وتستخدم قيم الكثافة والوزن النوعي مرشدا لمعرفة التركيب الكيميائي للخام، فعموما الأيدروكربونات البارافينية تكون كثافتها قليلة، والأيدروكربونات النفيثينية والأوليفينية لها كثافات متوسطة، أما الأيدروكربونات الأروماتيه فلها قيم كبيرة للكثافة .

2 . اللزوجة " الاحتكاك الداخلي للسائل :

وهي مقاومة السائل لإزاحة إحدى طبقاته بالنسبة لطبقة أخرى تحت تأثير قوة خارجية"، ويتم التمييز بين اللازوجة الديناميـة والكينماتية والنسبية .

اللازوجة الديناميـة (n)وتقاس بالباسكال ثانية (Pa.s)

واللازوجة الكينماتية (v) وهي النسبة بين اللازوجة الديناميـة والكثافة النسبية للسائل d عند درجة الحرارة نفسها، وتقاس بالمتر المربع على الثانية .

اللازوجة النسبية هي النسبة بين زمن تدفق 200 مل من المنتج البترولي عند درجة حرارة الاختبار، وبين زمن تدفق حجم الماء المقطر نفسه عند درجة 20 م .

3 . الوزن الجزيئي :

يتوقف الوزن الجزيئي للبترول والقطفات البترولية على الوزن الجزيئي للمركبات الداخلة فيها وعلى النسبة بينها. وغالبا ما يتراوح للخام من 250 إلى 300. ويزداد الوزن الجزيئي للقطفات البترولية بارتفاع درجة غليانها. والتركيب الأيدروكربوني للقطفات المتماثلة من الأنواع المختلفة للبترول مختلف، ونتيجة لذلك تكون أوزانها الجزيئية غير متساوية .وعند درجات الغليان نفسها، تتميز قطفات الأنواع البارافينية من البترول بأكبر وزن جزيئي، وقطفات الأنواع النفثينية الأروماتية بأقل وزن جزيئي، وتشغل قطفات البترول ذات القاعدة النفثينية مكانًا وسطًا.

مقياس اللزوجة البسيط
Simple Viscometer

يتم تعيين الزمن الذي يأخذه السائل من الانتفاخ 1للوصول إلى الانتفاخ 2 من خلال الأنبوبة C

تتغير لزوجة المنتجات البترولية مع التغير في درجة الحرارة، فتقل بارتفاع درجة الحرارة، وتزداد بانخفاضها. وبالنسبة لزيوت التزييت، لابد من تعيين التغير في اللازوجة خلال معدل درجات التشغيل العادية .

ومن هذه الطرق دليل اصطلاحي افتراضي يطلق عليه اســم دليــل اللازوجة (Viscosity Index (VI، ويعين بواسطة مخططات بيانية خاصة، على أساس معرفة مقدار اللازوجة عند 100 م، 50 م؛ وذلك لزيوت قياسية، والمقارنة بينها حيث يعطي الزيت الذي تتأثر لزوجته تأثرا كبيرا بالتغير في درجة

الحرارة = VI صفر، أما الزيت الذي له خواص لزوجة جيدة وذلك بتغير الحرارة بين هاتين الدرجتين فيعطي .VI = 100 وتقارن زيوت التزييت بهذا الدليل. فدليل اللزوجة العالي القيمة يدل على زيت تتأثر لزوجته تأثرا طفيفًا مع التغير في درجة الحرارة .

إعداد البترول للتكرير

1 . طرد الغازات وتثبيت البترول في الحقول

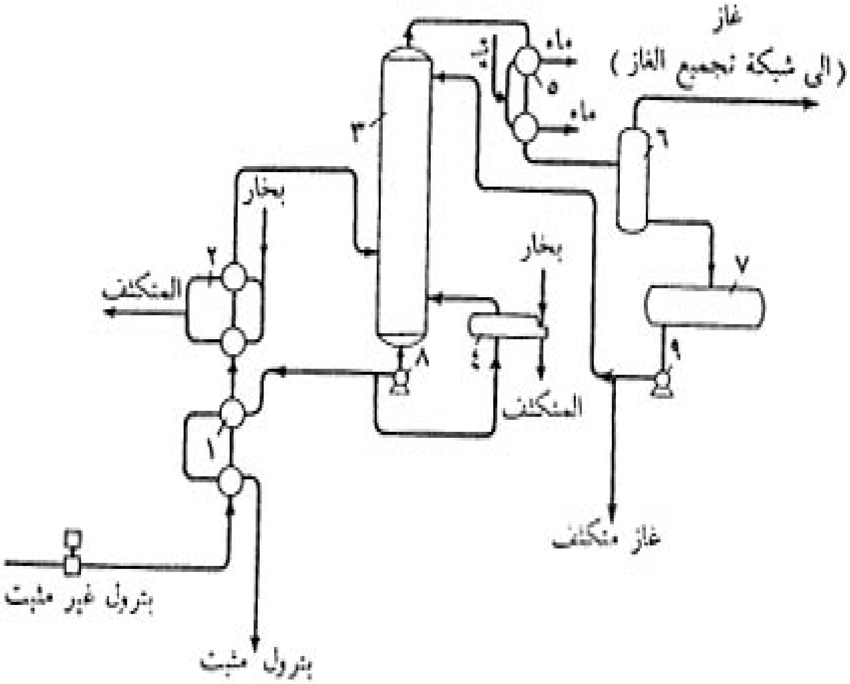
إن الغاز الذي يصاحب البترول أثناء خروجه من البئر، يجب فصله عن البترول. ويتم هذا الفصل في حقول البترول في أجهزة خاصة" مصايد"، وذلك بواسطة خفض سرعة حركة مخلوط البترول والغاز. وتستخدم طريقة فصل الغاز على عدة مراحل في حالة وجود ضغط عال في البئر .

ولا يكفي فصل الغاز فقط من البترول، إذ يتبقى بعد الفصل كثير من القطفات الخفيفة التي قد تتبخر أثناء التخزين في المستودعات وصب البترول في الصهاريج... إلـخ. ولذلك فمن المستحسن تثبيت البترول في الحقول، وخاصة إذا كان البترول المستخرج يحتوي على كثير من القطفات الخفيفة، ويراد نقله لمسافات بعيدة .

ويتلخص تثبيت البترول في فصل القطفات الخفيفة والغازات الذائبة عن الخام. وتوجه لهذا الغرض أبخرة القطفات الخفيفة والغاز بعد مرورها خلال مكثف إلى فاصل الغاز gas separator ، حيث يفصل الغاز ويدفع بواسطة مضخة إلى شبكة الغاز أو إلى مصانع معالجة الغاز. ويوجه البترول المثبت إلى المصانع للتكرير .

ويوضح (الشكل الرقم 6) الرسم التخطيطي لوحدة تثبيت نموذجية .

مخطط وحدة نموذجية لتثبيت البترول



١ – مبادلات حرارية ، ٢ – مسخنات ، ٣ – مثبت ، ٤ – مسخن ، ٥ – مكثف مبرد
٦ – فاصل الغاز ، ٧ – صمة ، ٨ ، ٩ – مضخات .

شكل رقم (6)

يدفع البترول المنزوع منه الماء والذي لا يحتوي على أكثر من 2% من الماء إلى مبادلات حرارية حيث يسخن بواسطة البترول المثبت، ثم يمر في مجموعة مبادلات حرارية مسخنة بالبخار. ويدخل البترول بعد تسخينه إلى درجة90 °م في المثبت الذي يعمل تحت ضغط 1,5 ضغط جوي، والمزود بمسخن بخاري reboiler يعمل على تثبيت درجة الحرارة عند 110°م .ويدفع البترول المثبت في مبادلات حرارية حيث يبرد على حساب تسخين البترول الخام غير المثبت، ثم يجمع بعد ذلك في خزان. ويمر مخلوط البخار والغاز الخارج من المثبت خلال مكثف وفاصل. وتوجه الغازات الخارجة من الفاصل للمعالجة أو تدخل في شبكة جمع الغاز .أما المتكثف فيجمع في سعة حيث يدفع جزء منه إلى القسم العلوي للمثبت كرجع .

2 . نزع الماء والأملاح من البترول :

إن الماء والشوائب الميكانيكية "الأملاح والرمل والطين" تصاحب البترول دائما أثناء استخراجه. ويفصل الماء من البترول في بعض الأحوال بسهولة نسبية، ولكنه يكون مستحلبات ثابتة مع البترول في البعض الآخر .

ويجب أن يخضع البترول الذي يحصل عليه على صورة مستحلب، لمعالجة خاصة معقدة نسبياً لفصله عن الماء والشوائب الميكانيكية، حيث إن تكرير البترول ذو الشوائب يعقد تشغيل الوحدات الصناعية إلى حد كبير. فإذا سخن مثلاً بترول يحتوي على شوائب ميكانيكية في مبادل حراري، فإن هذه الشوائب تترسب على سطح التسخين؛ مما يؤدي إلى خفض كفاية المبادل الحراري، وأثناء مرور البترول في الأنابيب بسرعات كبيرة يكون للجسيمات الصلبة تأثير المواد الحاكة، أي أنها تحك في الأجهزة فتبليها قبل الأوان. ويؤدي بقاء الشوائب الميكانيكية في المتبقيات البترولية بعد التقطير، إلى خفض جودة هذه المتبقيات وزيادة نسبة الرماد فيها (وقود الغلايات والكوك)، وإلى عدم إمكانية الحصول على منتجات مطابقة للمواصفات.

ويتبخر بشدة الماء الداخل مع البترول في أجهزة التسخين، فيزداد حجمه زيادة بالغة، مما يؤدي إلى رفع الضغط في الأجهزة والإخلال بالمعدلات التشغيلية التقنية للوحدة. ويحتوي الماء الموجود في البترول على كمية كبيرة من الأملاح. وتتوفر هذه الأملاح بصورة أساسية على هيئة كلوريدات $NaCl, MgCl_2, CaCl_2$، ويتكون حمض الأيدروكلوريك من تحلل كلوريد الكالسيوم وخاصة كلوريد المغنسيوم أثناء عملية التقطير، ويحت هذا الحمض الأجهزة بشدة .

ويتضح مما سبق أن البترول بعد الحصول عليه من الآبار، يجب أن يخضع لمعالجة إعدادية لتوفير درجة نقاوته المطلوبة .

3 . المستحلبات البترولية :

هناك نوعان من المستحلبات البترولية: "الماء في البترول"، مستحلبات أيدروفوبيةhydorphobic ، و"البترول في الماء"، مستحلبات ايدروفيلية .hydrophilic

ومستحلبات النوع الأول أكثر انتشاراً من النوع الثاني. وفي مستحلبات النوع الأول يوجد الماء في البترول على صورة كمية لا حصر لها من القطرات المتناهية في الصغر. أما في مستحلبات النوع الثاني فيكون البترول على صورة قطرات مفردة معلقة في الماء .

وتتلخص عملية تكوين المستحلبات في الآتي: على الحد الفاصل بين سائلين لا يختلط بعضهما ببعض، وأحدهما مشتت في الآخر على صورة جسيمات صغيرة جداً، تتراكم مادة ثالثة ضرورية لتكوين المستحلب وتسمى بالعامل المستحلب أو مثبت المستحلب. ويذوب العامل المستحلب في أحد السائلين مكوناً ما يشبه الغشاء. ويحجب هذا الغشاء قطرات المادة المشتتة ويمنع اندماجها. وهذه العوامل المستحلبة في البترول هي الراتنجات والأسفلتينات وصابون الأحماض النفثية والأملاح .وعلاوة على المواد المذكورة، تؤثر الشوائب الصلبة المختلفة المشتتة في أحد الأطوار على ثبات المستحلب .

والعوامل المستحلبة إما أيدروفيلية أو أيدروفوبية. وتُعد المواد الراتنجية الأسفلتية والأحماض النفثية الموجودة في البترول مركّبات طبيعية وعوامل مستحلبة أيدروفوبية. أما الصوابين الصوديومية والبوتاسيومية التي تتكون أساساً من تفاعل الأحماض النفثية الموجودة في البترول مع أملاح المعادن الذائبة في ماء الحفر، فهي عوامل مستحلبة أيدروفيلية. وتتمتع نفثينات Ca, A1, Fe. Mg بخواص أيدروفوبية. والمعلقات الصلبة عديمة النشاط السطحي، إلا أن تراكمها على السطح البيني،interface، بين البترول والماء يجعل الغشاء أكثر متانة والمستحلب أكثر ثباتًا. ويعتمد تكون المستحلبات من النوعين المذكورين أعلاه على وجود هذا النوع أو ذاك من العوامل المستحلبة والمثبتة .

ويكون المستحلب المتكون من خلط الماء والبترول ذا طابع "بترول في الماء" إذا كان المثبت يذوب في الماء. أما إذا كان المثبت يذوب في الوسط الأيدروكربوني فيتكون المستحلب من نوع "ماء في البترول ".

4 . الطرق الصناعية لإزالة استحلاب البترول :

هناك نوعان من المستحلبات البترولية "الماء في البترول" و"البترول في الماء"، يتضح مما تقدم أن سبب ثبات المستحلب البترولي يكمن في وجود غشاء متين واق على سطح القطرات. ويتلخص هدم المستحلبات في تحطيم الأغشية التي تمنع اندماج القطرات، والسبب الآخر لثبات المستحلبات هو تراكم شحنات الكهرباء الاستاتيكية على سطح قطرات الماء والمعلقات الصلبة. فتحت تأثير شحنات الكهرباء الإستاتيكية يحدث تنافر متبادل يمنع اندماج قطرات الماء. تتلخص عملية إزالة الاستحلاب في تحطيم المستحلب. وفي أغلب الأحوال، يمكن تقسيم هذه العملية إلى مرحلتين :

أ . تحطيم الأغشية الواقية واندماج قطرات الماء المعلقة إلى الحجم الذي يسمح بترسبها فيما بعد.

ب . ترسب القطرات الموحدة وفصل الماء عن البترول.

ويزال استحلاب البترول في الظروف الصناعية تحت تأثير المواد المانعة للاستحلاب ودرجات الحرارة والمجال الكهربائي، كما يمكن استخدام التأثير المشترك لهذه العوامل. وهناك أيضا طرق أخرى لتحطيم المستحلبات، مثل الطرد المركزي "الترشيح" واستخدام الإلكتروليتات. ولا تستخدم هذه الطرق على نطاق واسع؛ نظراً لقلة فعاليتها أو لصعوبة تحقيقها .

وتُزال الاستحلابات بالطرق الآتية :

أ. الطرق الميكانيكية :

وتتم بالترويق أو الطرد المركزي أو الترشيح، ولكن لا تستخدم هذه الطرق على نطاق واسع .

ب. الطرق الحرارية :

تتم بتسخين المستحلب، وخلال ذلك تتمدد الطبقة المثبتة للمستحلب، وتتكسر، وبالتالي تتجمع قطرات الماء وتندمج. وتتلخص الطريقة الحرارية لنزع الماء في تسخين البترول وترويقه في الخزانات. وتستخدم هذه الطريقة لمعالجة المستحلبات غير الثابتة فقط، وهي تؤدي إلى فقد كمية كبيرة من قطفات البترول الخفيفة في حالة الإحكام غير الكافي .

ج. الطرق الكيميائية :

باستخدام مواد كيميائية مانعة للاستحلاب تكون رخيصة وذات فعالية كافية، وهذه المواد تضعف الغشاء المغلف لقطرات الماء .

د. الطرق الكيميائية الحرارية :

وفيها تستخدم مواد كيمائية مانعة للاستحلاب، وذلك خلال عملية تسخين المستحلب البترولي. ويمكن استخدام الطريقة الكيميائية الحرارية لإزالة الاستحلاب بنجاح، إذا وجدت مادة مانعة للاستحلاب تكون رخيصة وذات فعالية كافية، ويسهل الحصول عليها ونقلها، ولا تسبب التحات الكيميائي للأجهزة. كما يجب، علاوة على ذلك، أن تختلط المادة المانعة للاستحلاب بالسائل الذي توضع فيه، لكي تستطيع أن تتفاعل بسهولة مع الغشاء الواقي لقطرات الماء.

وتتم الطريقة الكيميائية الحرارية لإزالة الاستحلاب كالآتي :

يخلط المستحلب البترولي مع المادة المانعة للاستحلاب مباشرة، في مضخة طاردة مركزية، تضخ الخام إلى وحدة إزالة الاستحلاب .وتدفع المادة المانعة للاستحلاب بواسطة مضخات مجزئة إلى خط سحب مضخات الخام. ويسخن المخلوط في مبادلات حرارية أو في فرن أنبوبي بواسطة البخار، أو تيار من المنتج البترولي الساخن، أو بواسطة النار إلى درجة 70-75°م. ويؤدي التلامس بين المادة المانعة للاستحلاب وبين المستحاب، أثناء تحركهما في الأنابيب، إلى تحطيم الأغشية الواقية. ويدخل المستحلب المحطم بعد ذلك في وعاء نزع الماء أو في خزان حيث يفصل الماء عن البترول. ويوضح (الشكل الرقم 7) الرسم التخطيطي لعملية إزالة الاستحلاب .

وعيوب الطريقة المذكورة لإزالة الاستحلاب هي :

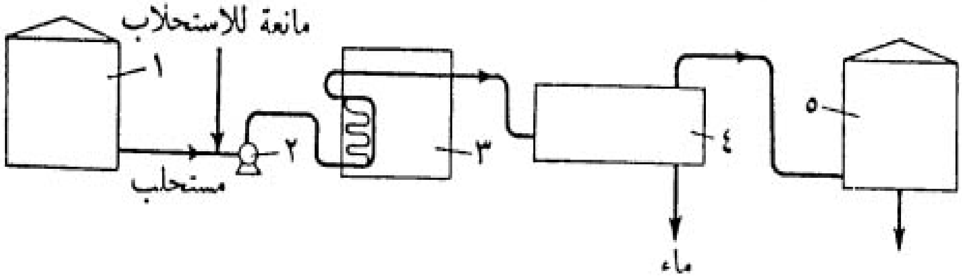
أ . استهلاك كمية كبيرة من المواد المانعة للاستحلاب.

ب. فقد قطفات البنزين الخفيفة.

ج . ضرورة استخدام عدد كبير من الخزانات

د . تلويث المياه الصناعية المستهلكة بأملاح السلفا... إلـ ـخ.

مخطط عملية إزالة الاستحلاب بالطرق الكيميائية الحرارية



١ ، ٥ — خزانات ؛ ٢ — مضخة ، ٣ — فرن ، ٤ — مروق .

شكل رقم (7)

وللإقلال من زمن الترويق واستهلاك المادة المانعة للاستحلاب، يدفع المستحلب في مستودع به وسادة من الماء المفصول من المستحلب، والذي يحتوي على كمية من المادة المانعة للاستحلاب . وقد انتشر استخدام طريقة كيميائية حرارية أكثر تطوراً لنزع الماء من البترول، وهي تسمح بالإقلال من الفاقد. ويتم الترويق في هذه الطريقة في أجهزة محكمة (أوعية خاصة لنزع الماء تعمل تحت الضغط).

ويسخن البترول الاستحلابي في حالة الترويق في أجهزة محكمة إلى درجة 150-155°م في مبادلات حرارية أو في أفران، ثم يدخل بعد ذلك في أوعية نزع الماء حيث يحفظ الضغط مساوياً لـ 8 ضغط جوي .

ويتم في أوعية نزع الماء انفصال البترول عن الماء وإبعاد الأخير. ويمر البترول المنزوع منه الماء خلال مبادلات حرارية حيث يبرد إلى درجة 80-90°م بواسطة تيار مضاد من البترول الاستحلابي البارد. وتستخدم هذه الطريقة الكيميائية الحرارية المطورة لإزالة استحلاب البترول، عند تحطيم المستحلبات الثابتة للخامات البترولية الثقيلة .

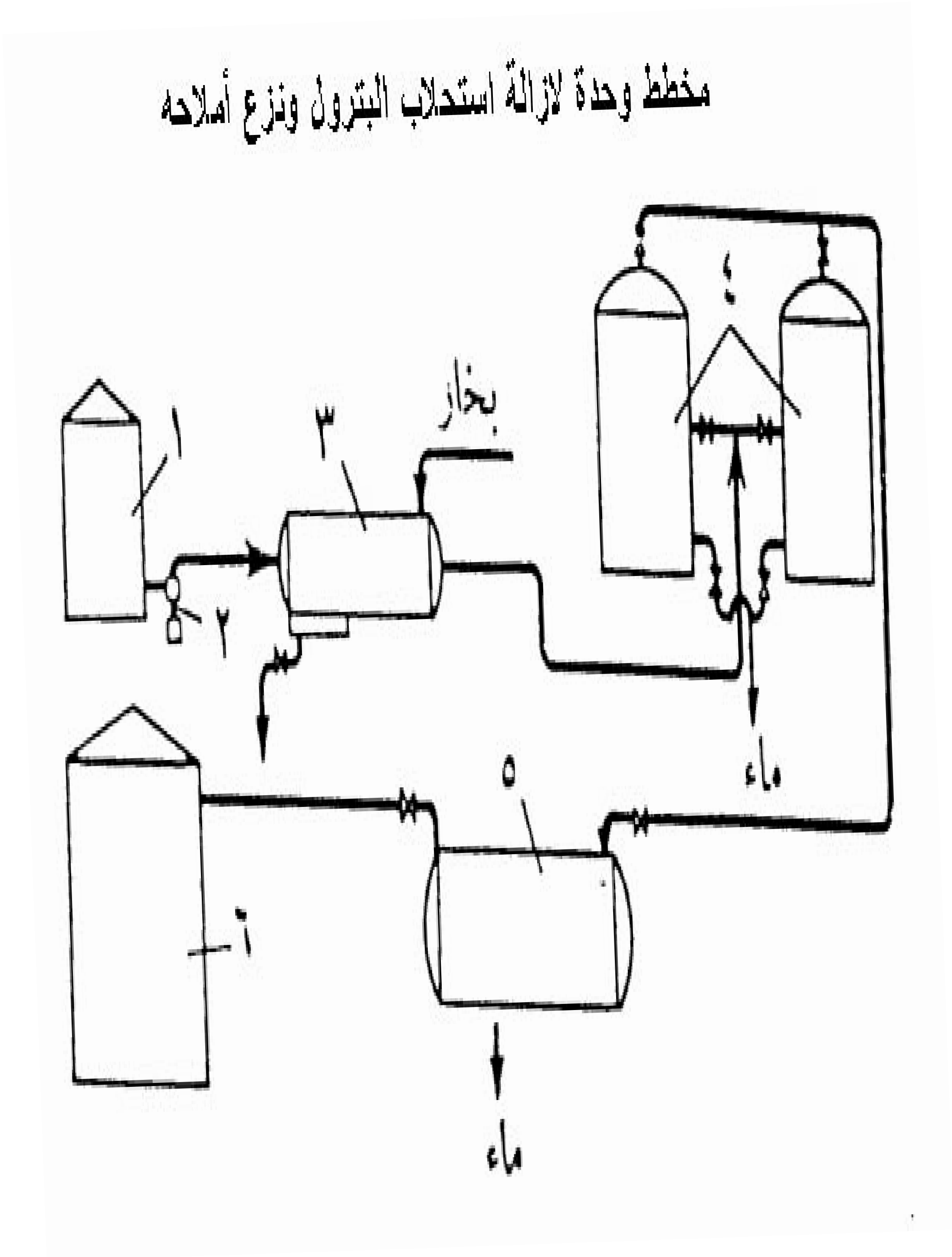
هـ. الطرق الكهربية :

وتطبق حاليا على نطاق واسع لنزع الماء والأملاح من البترول. وفي هذه الطريقة يؤثر في المستحلب مجال كهربائي ذو جهد عال وتردد صناعي، فتتحرك قطرات الماء المشحونة تحت تأثير هذا المجال وتتجه إلى الإلكترودات. ويتغير اتجاه حركة القطرات مع تردد المجال، الأمر الذي يؤدي إلى تصادم القطرات بالإلكترودات مما يساعد على اندماجها .

ويوضح (الشكل الرقم8)، الرسم التخطيطي لوحدة إزالة الاستحلاب. يسحب المستحلب من خزان الخام 1، بواسطة المضخة 2، ويدفع إلى المبادل الحراري 3، حيث يسخن بالبخار "أو إلى فرن أنبوبي حيث يتم التسخين بواسطة النار" ثم يدخل في أوعية نزع الماء بالكهرباء 4، وتعمل هذه الأوعية على التوازي. ويحدد عدد أوعية نزع الماء بالكهرباء وفقًا لإنتاجية الوحدة. ويصرف الماء المفصول في أوعية نزع الماء بالكهرباء إلى مجاري التصريف عن طريق خط التصريف. ويدخل البترول المفصول عن الماء وعاء الترويق الإضافي5 ، ثم في المستودع 6. ويوضح (الشكل الرقم 9) تركيب جهاز نزع الماء بالكهرباء. وهذا الجهاز وعاء أسطواني رأسي تعلق فيه الإلكترودات أفقياً على عوازل خزفية. وتتكون هذه الإلكترودات من حلقات من الصلب متحدة المركز. ويمكن عند الضرورة تغيير المسافة بين الإلكترودات .

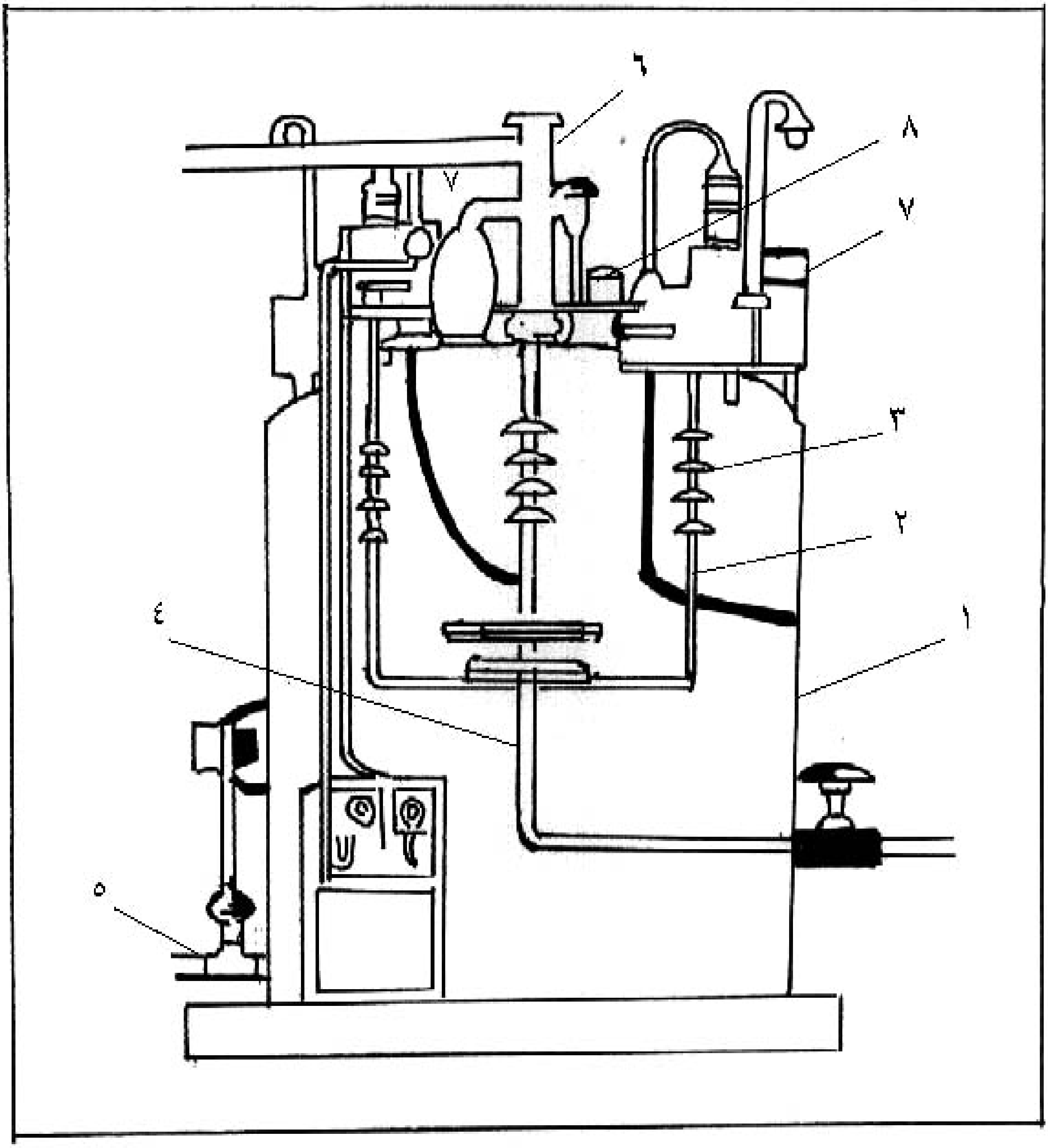
ويدخل المستحلب الساخن خلال الأنابيب ويتجه خلال رأس التوزيع إلى الفراغ بين الإلكترودات حيث يتم تحطيم المستحلب .

وتنظم التغذية بالمستحلب عن طريق تغيير الخلوص رأس التوزيع بواسطة ساحب معدني موضوع خارج وعاء نزع الماء .



شكل رقم (8)

وعاء نزع الماء بالكهرباء



1-جسم وعاء نزع الماء ، 2- الاكترودات ، 3- العوازل

4- أنبوبة التغذية ، 5- مخرج الماء ، 6- منظم بعوامة

7- محول ، 8- صمام أمان

شكل رقم (9)

وتتصل الإلكترودات بالملفات الثانوية لمحول موضوع على سقف الجهاز بواسطة سلك خلال مادة عازلة. ويصرف الماء المفصول عن البترول عن طريق أنبوبة، ويصفى البترول في الجزء العلوي من الجهاز ويسحب خلال أنبوب استصفاء بواسطة منظم أتوماتي بعوامة. ويتصل المنظم ذو العوامة بمفتاح كهربائي، يقطع التيار حالة انخفاض منسوب السائل. وفي الجزء العلوي من الجهاز صمام أمان للتخلص من الضغط الزائد .والجهاز يعمل تحت ضغط 5ر2 ضغط جوي ودرجة 68-80° م. وتستخدم هذه الوحدات معالجة المستحلبات البترولية التي تزيد نسبة الماء فيها عن 20%.

وأهم عيوب وحدات نزع الماء بالكهرباء هي :

1. انخفاض إنتاجيتها وخاصة إذا كان المستحلب يحتوي على كمية كبيرة من الماء .
2. صعوبة المحافظة على نظام التشغيل في حالة تغير نسبة الماء في المستحلب .

ويستخدم الوعاء الكروي لنزع الماء بالكهرباء، والذي تبلغ سعته 600 م3 في الوحدات الحديثة الضخمة لنزع الأملاح بالكهرباء. وتزيد إنتاجية هذه الأجهزة كثيرا عن إنتاجية الأجهزة السابقة. وطبقاً للمعلومات الموجودة، يستطيع الوعاء الواحد من هذا النوع من أوعية نزع الماء بالكهرباء معالجة 6000 - 6500طن من الخام في اليوم .

ويوضح (الشكل الرقم 10) مخطط الوعاء الكروي لنزع الماء بالكهرباء .

5 . إزالة الأملاح :

تؤدي عملية إزالة استحلاب البترول في الحقول إلى تخلصه من الكتلة الأساسية من الماء والشوائب الميكانيكية، إلا أن البترول الذي أزيل استحلابه يحتوي على الأملاح في حالة معلقة. وهذه الأملاح هي أساسا كلوريدات الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم وغيرها .

وقد أثبتت التجربة العملية أنه لكي يمكن تكرير البترول يجب ألا تزيد نسبة الأملاح فيه عن 50 مليجرام/لتر، بل وأقل من ذلك، في حالة تكرير البترول مع الحصول على منتجات متبقية (الكوك البترولي مثلا). وتجري عملية نزع الأملاح للحصول على النسبة المذكورة. وتشبه عملية نزع الأملاح عملية إزالة الاستحلاب، إلا أنه في عملية نزع الأملاح يحطم المستحلب الاصطناعي الذي يتكون من البترول وماء غسيله .

ويتم نزع الأملاح من البترول في مصانع التكرير، بصورة أساسية، عن طريق غسل الأملاح بالماء العذب، ثم نزع الماء بعد ذلك من البترول. ويعالج البترول المحتوي على نسبة كبيرة من الأملاح بواسطة 10-15% من الماء مرتين أو ثلاث مرات .

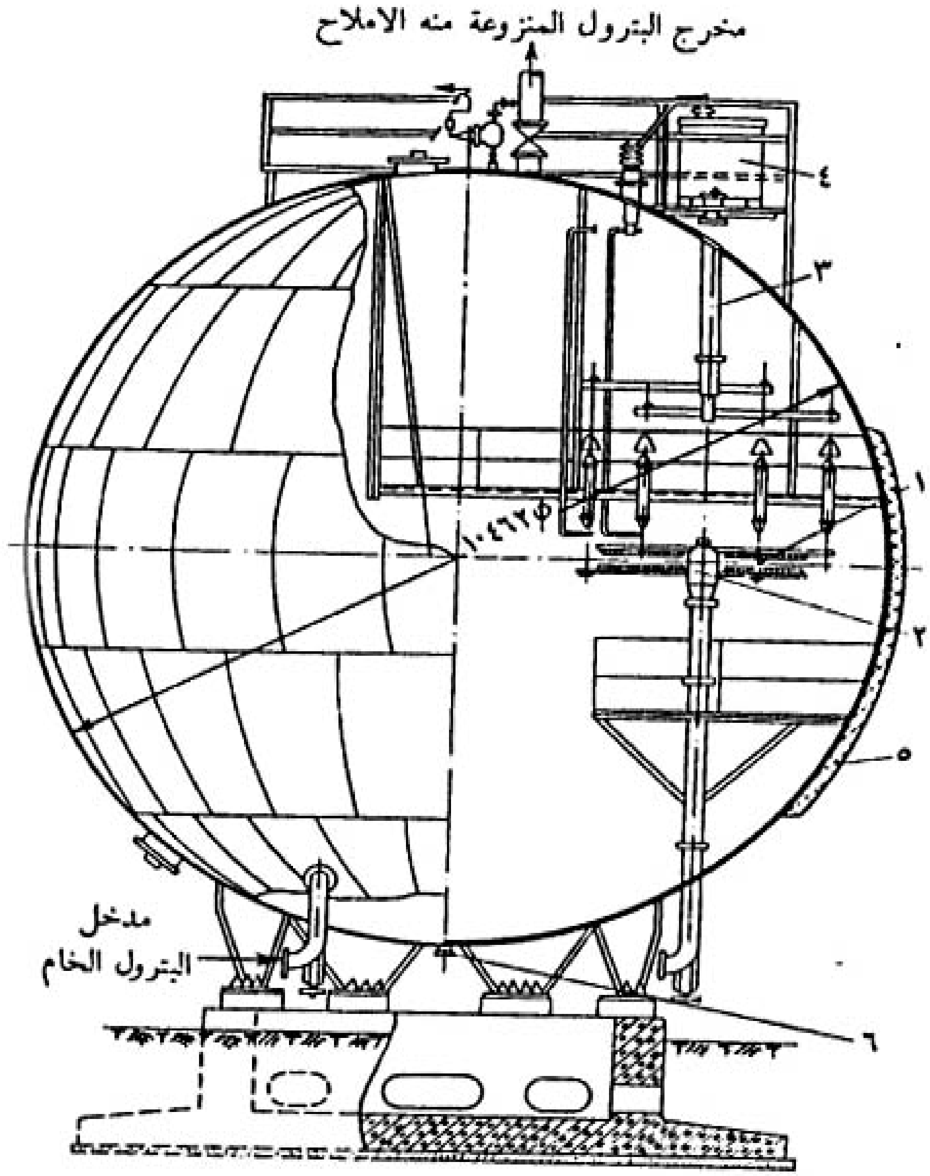
وتجري عملية نزع الأملاح من البترول في وحدات نزع الأملاح بالكهرباء، أو في وحدات مركبة من وحدة كيميائية حرارية ووحدة نازعة للأملاح بالكهرباء .

ويوضح (الشكل الرقم 11) الرسم التخطيطي لوحدة نزع الأملاح بالكهرباء .

يتجه تياران من البترول الخام المحتوى على 3000 - 2500 مليجرام/ لتر من الأملاح وحتى 5% من الماء إلى المبادلات الحرارية، حيث يسخن الخام على حساب حرارة البترول المنزوعة منه الأملاح، ثم يدخل بعد ذلك مسخنات حيث يتم التسخين بواسطة البخار المنصرف. ويتجه البترول الخارج من المسخن إلى مروق نزع الأملاح بالطريقة الكيميائية الحرارية. وتضاف مادة مانعة للاستحلاب إلى البترول الساخن قبل دخوله إلى المروق، ويمر كل تيار بصمام خلط لتوفير التلامس التام بين المادة المانعة للاستحلاب وبين البترول. ويدخل تيارا البترول الخارجان من مروقي نزع الأملاح بالطريقة الكيميائية الحرارية في المجمع الأول لنزع الأملاح بالكهرباء، ويدفع إلى كل من التيارين ماء قلوي مسخن إلى درجة 70 - 80°م لغسل الأملاح. يتحد البترول الخارج من المجمع في تيار واحد، ليتجه إلى المرحلة الأولى لأجهزة نزع الماء بالكهرباء، ثم إلى المرحلة الثانية. ويدفع ماء قلوي في البترول المنزوعة منه الأملاح جزئياً قبل الدخول في المرحلة الثانية لأجهزة نزع الماء بالكهرباء. ويتجه البترول - بعد المرحلة الثانية لنزع الأملاح بالكهرباء - إلى وعاء تجميع .

وقد انتشر في العالم في السنوات الأخيرة استخدام الأوعية الأفقية لنزع الماء بالكهرباء التي تعمل عند درجة 135 - 150°م وتحت ضغط يبلغ 20 - 24 كجم/ سم2. وتتميز هذه الأجهزة بإمكانية المحافظة على ضغوط ودرجات حرارة عالية، وكذلك بصغر ارتفاع الفصل؛ مما يوفر فصلاً أحسن للماء عن البترول بالمقارنة مع الأوعية الكروية لنزع الماء.

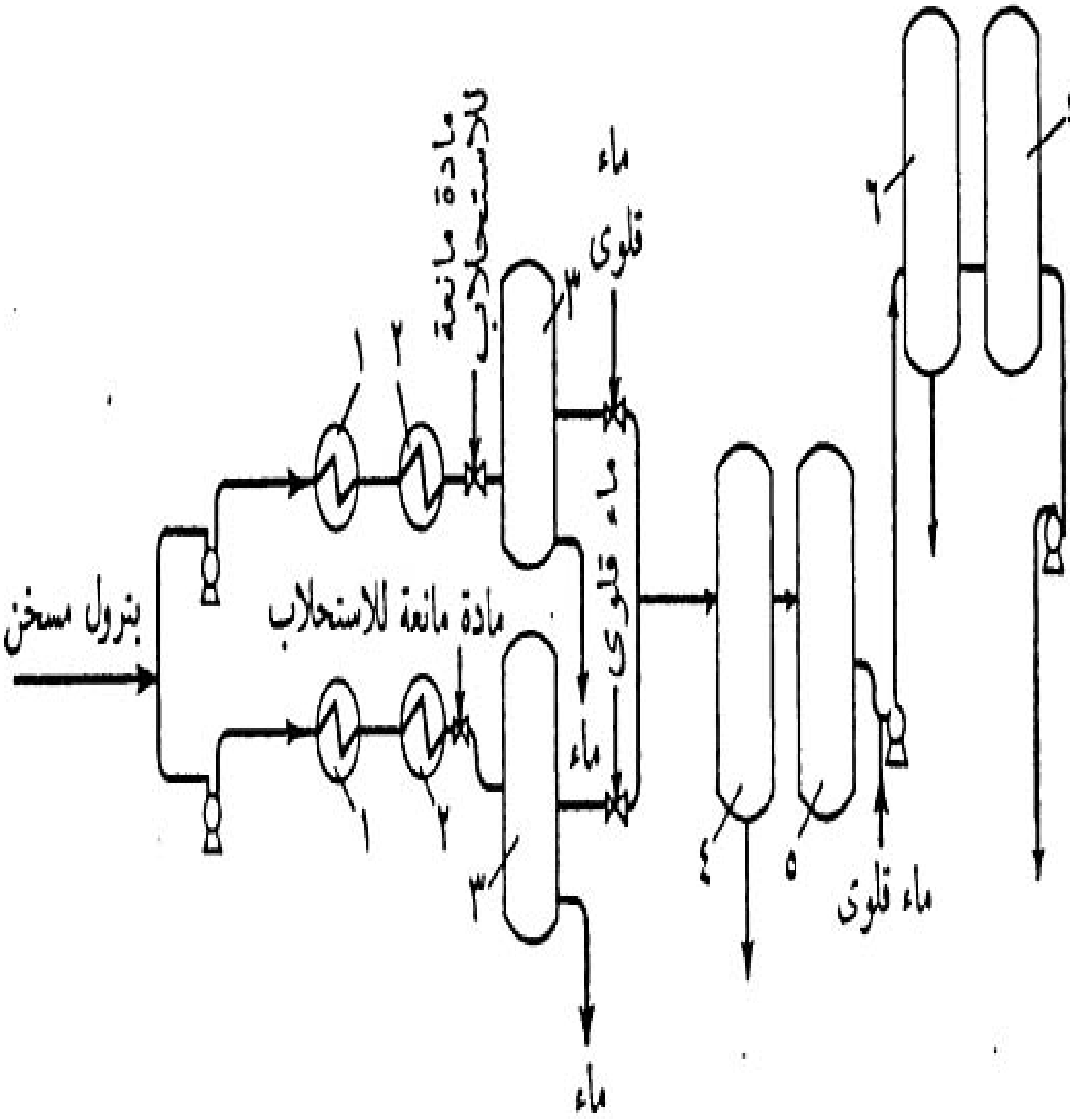
الوعاء الكروى لنزع الماء بالكهرباء



١ – الاكلترودات ، ٢ – رأس التوزيع ، ٣ – جهاز لضبط المسافة بين الالكترودات ،
٤ – محول ، ٥ – عازل حرارى ، ٦ – انبوب الصرف .

شكل رقم (10)

مخطط وحدة نزع الأملاح بالكهرباء



شكل رقم (11)

الفصل الثاني

عمليات تكرير البترول

زيت البترول الخام، كما يخرج من باطن الأرض، هو خليط من العديد من المكونات الأيدروكربونية المختلفة، وكل من هذه المكونات يمكن حرقها، ولهذا كان زيت البترول الخام مصدرا رائعا للوقود، وبالإضافة إلى ذلك، فإن هذه المكونات ـ في الوقت نفسه ـ هي مصدر كل احتياجاتنا تقريبا من زيوت التزييت، ناهيك عن آلاف المنتجات الأخرى، ابتداء من مستحضرات التجميل إلى الألياف الصناعية والمطاط الصناعي والبلاستيك وغير ذلك. وبصفة إجمالية، تعرف العمليات المختلفة، التي يتم بواسطتها إنتاج معظم هذه المنتجات باسم عمليات التكرير .

فالتكرير هو العمليات الضرورية التي يمكن بها معالجة الزيت الخام، واستخلاص المركبات العديدة المرغوب فيها منه، وتحويلها إلى منتجات صالحة للاستهلاك، إذ ليس من الممكن استعمال زيت البترول الخام بالصورة التي يوجد بها باطن الأرض. والمقصود بالتكرير تكسير الزيت الخام إلى مكوناته وجزيئاته الأصلية المكونة من الأيدروجين والكربون، وإعادة ترتيبها لتكون مجموعات تختلف عن الموجودة في الزيت الخام، أي تصنيعها إلى منتجات نهائية صالحة للاستخدام. ويختلف تأثير التسخين على الأجزاء المتعددة للأيدروكربونات، فبعضها إذا فصل من الزيت الخام، يصير غازيا، وبعضها يصبح سائلاً والبعض الآخر صلبا. ولكل منها درجة غليان مختلفة، وتستعمل هذه الخاصية في التكرير .

وهناك ثلاث عمليات رئيسة للتكرير، هي :

1. العمليات الفيزيائية "الفصل Separation "
2. العمليات الكيميائية "التحويل Conversion "
3. المعالجة أو التنقية Treatment

عمليات الفصل الأكثر شيوعًا هي :

1. التقطير، وفيها تفصل الجزيئات الأخف ذات درجات الغليان المنخفضة ـ بواسطة الغليان والتكثيف .
2. الاستخلاص بالمذيبات، وفيها تفصل أنواع مختلفة من مواد خليط من بعضها، باستخدام مذيب يمكن فصل بعضها دون الأخرى .
3. التبريد، وفيه يتسبب تبريد الخليط في تصلب أجزاء معينة من المواد، وانفصالها من السائل .

التقطير .

يتم التقطير بواسطة أجهزة التقطير وهي نوعان :

*أجهزة التقطير الابتدائي أو الجو. (الشكل الرقم 12).

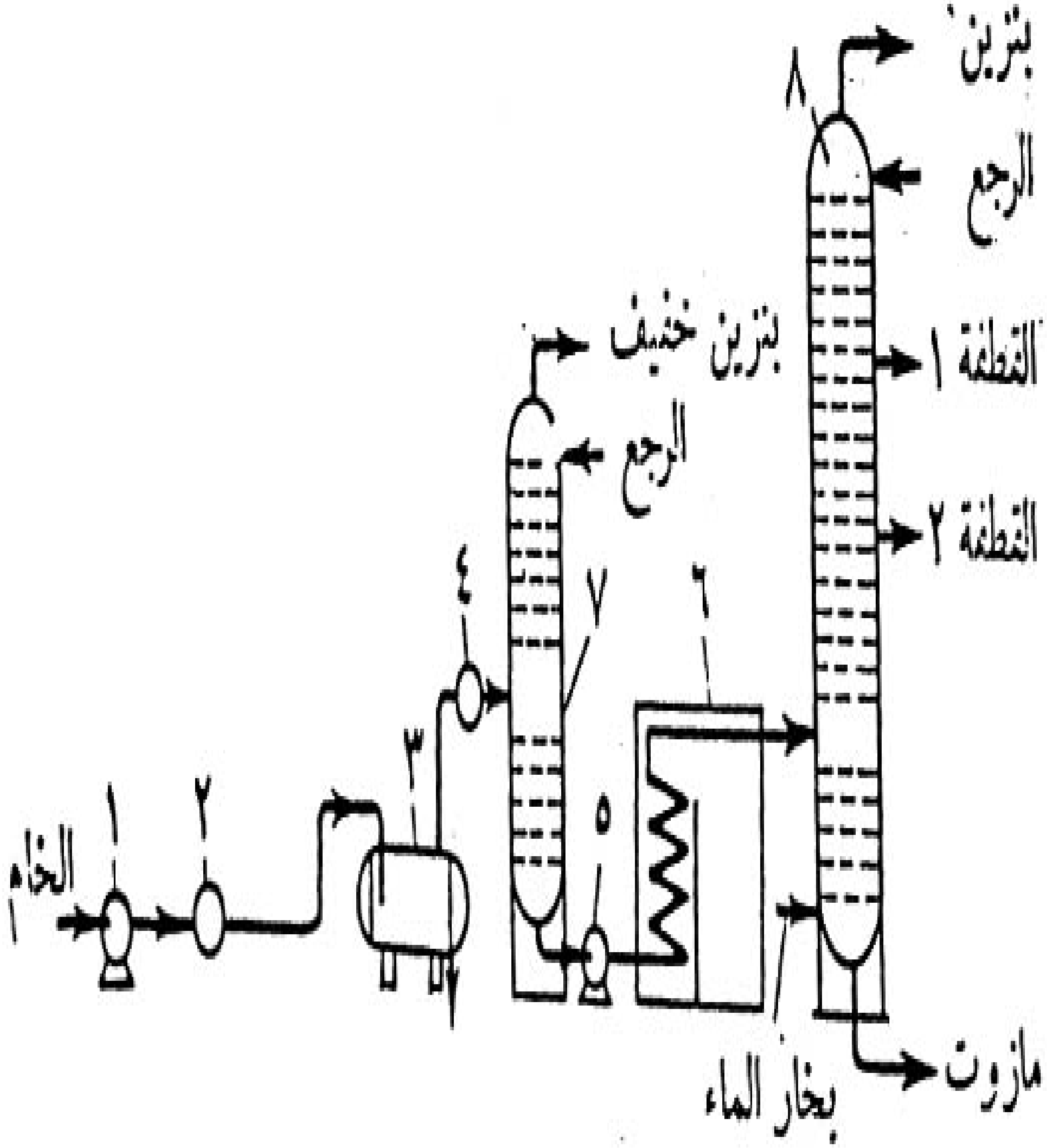
*أجهزة التقطير تحت ضغط مخلخل "تفريغي ."(الشكل الرقم13).

وفي أجهزة التقطير الابتدائي، تتم عمليتا التبخير والتكثيف في أبراج التجزئة تحت ضغط مساوٍ للضغط الجوي أو أعلى قليلاً. وتعطينا هذه الأجهزة ستة منتجات رئيسة هي: البوتاجاز، والجازولين، والكيروسين، والسولار، والديزل، والمازوت .أما في أجهزة التقطير تحت الضغط المنخفض أو المخلخل، فتتم عمليتا التبخر والتكثيف تحت ضغط يقل عن الضغط الجوي، وأهم منتجاتها الإسفلت، وزيوت التزييت والشحومات .

1 . التقطير الابتدائي :

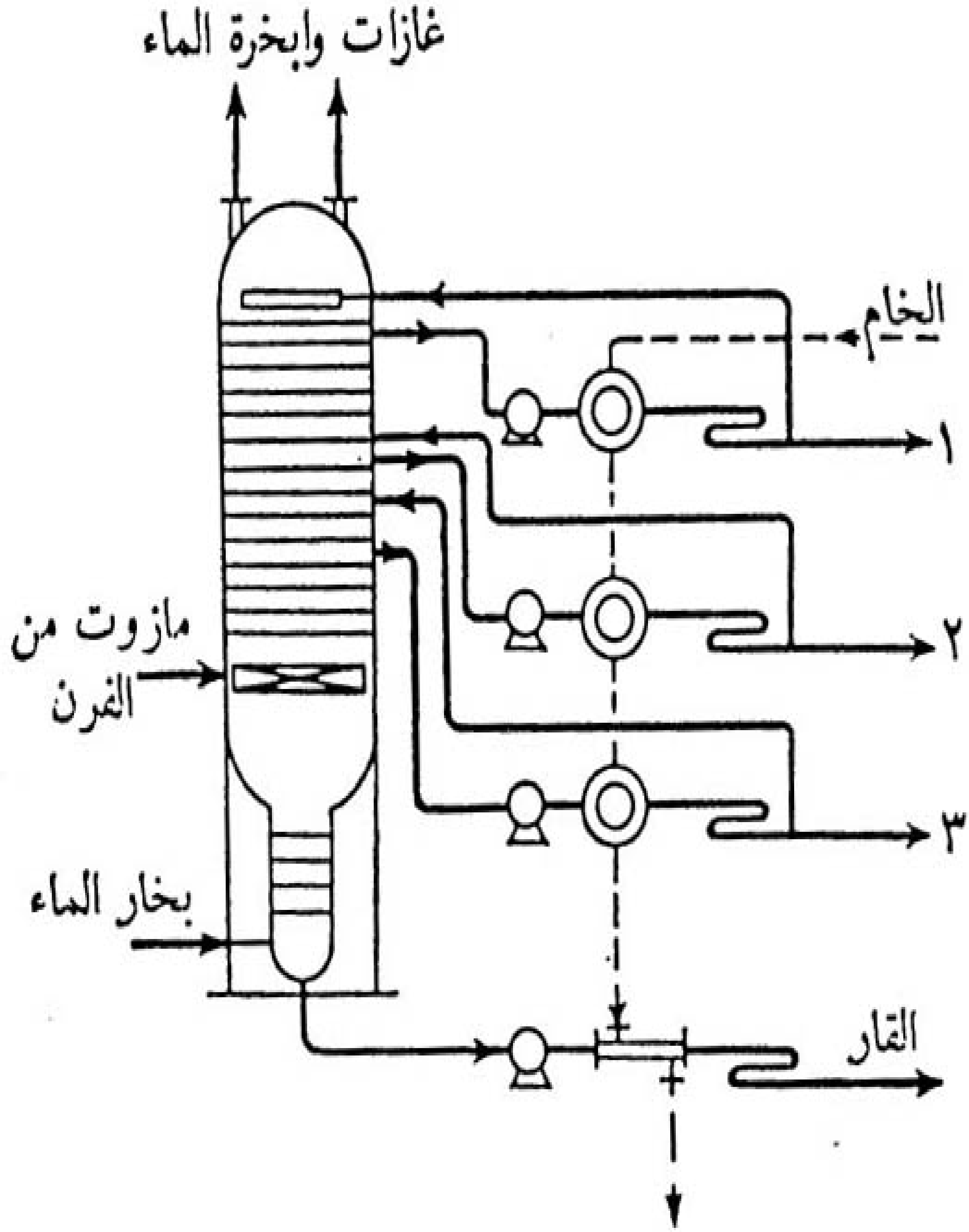
يغلي الماء في درجة معينة تعرف بـ"نقطة الغليان" ويغلي خليط من سائلين قابلين للامتزاج عند درجة تقع بين نقطتي غليان كل منهما. ولكن السائل ذو درجة الغليان المنخفضة يتبخر أسرع من السائل الآخر، وبالتالي تكون نسبته المئوية في البخار أكثر من نسبته المئوية في المزيج السائل. وعند تكثيف بخار الخليط ينتج مزيج تزيد فيه نسبة السائل ذي نقطي الغليان المنخفضة. وباستمرار عملية غليان المزيج، تنقص فيه نسبة السائل ذي نقطة الغليان المنخفضة تدريجيا. وعندئذ ترتفع نقطة غليان المزيج حتى يكاد البخار لا يحتوي إلا على السائل ذي نقطة الغليان المرتفعة .

التقطير الابتدائى (الجوى)



شكل رقم (12)

التقطير تحت ضغط مخلخل (تفريغى)



شكل رقم (13)

وهذه العملية نطلق عليها "التقطير" وبواسطتها يمكن تقسيم المزيج تقريباً إلى المادتين اللتين يتكون منهما. وهذه هي الطريقة التي تتبع في التقطير الابتدائي للزيت الخام بهدف فصله إلى المجموعات الأيدروكربونية التي يتكون منها.

وتعد هذه العمليات الخطوة الأولى التي تستخدم في معامل تكرير البترول لفصل الزيت الخام إلى مكوناته الأساسية الستة السابق ذكرها .

ولكل مجموعة من المواد الهيدروكربونية مدى غليان محدد. ونظرا لأن الزيت الخام يتكون من جزيئات هيدروكربونية بعضها صغير ذو درجات غليان منخفضة، والبعض الآخر كبير ذو درجات غليان مرتفعة، فإنه يمكن تجزئه الزيت الخام إلى" قطفات"، تكون كل منها مجموعة مكونات أيدروكربونية، وذلك بتسخينه. وتتم عمليه التقطير الابتدائي على النحو التالي :

أ . يرفع زيت البترول الخام بالمضخات من مستودعاته إلى فرن، فيتبخر تبخرا جزئياً. ويمر البخار إلى برج التجزئة، ويرتفع تدريجيا خلال صواني البرج، وكلما ارتفع البخار انخفضت درجة حرارته، وتتكثف جزء منه على كل "صينية" من "الصواني" التي يتكون منها برج التجزئة. فإذا ما امتلأت إحدى الصواني، فاض ما عليها من سائل زائد، وسقط على الصينية التي تليها. وتكون كل صينية، عادة، أقل حرارة من التي تحتها، أي أنه كلما كان موقع الصينية مرتفعا كانت المواد المتجمعة عليها أقل كثافة، وكلما اخترقت فقاعات البخار سائلاً على إحدى هذه الصواني، من خلال حاجز الفقاقيع، تكثف من البخار ذلك الجزء الذي له مدى غليان السائل الموجود على هذه الصينية نفسه، أما المواد الخفيفة التي قد تكون مختلطة بالسائل فإنها تنفصل على شكل مرة أخرى، وتنتقل إلى الصينية التي تعلوها.

ب . ويمكن التحكم في درجة حرارة برج التجزئة بتمرير السائل الموجود في أسفل البرج، في فرن لغليه من جديد، كما يمكن التحكم في درجة الحرارة أعلى البرج بإعادة دفع جزء معين من المنتج الذي يخرج من هذه المنطقة بعد تكثيفه، وتسمى هذه العملية "الارتداد"، ومع أنه يتجمع على كل صينية من صواني برج التجزئة سائل له مدى غليان يختلف قليلاً، فإن جزءا معيناً من المنتج سوف يكثف، رغم أن مدى غليانه أقل من مدى غليان معظم السائل المتجمع على الصينية. وعندئذ يتم سحب السائل من صواني خاصة إلى أعلى أبراج جانبية. وفي هذه الأبراج يفيض السائل مجتازاً عددا قليلاً من الصواني، بينما تطرد الأبخرة المتصاعدة المواد الأقل كثافة. وبذلك يتحدد مدى غليان السائل المنتج، وتعود الهيدروكربونات التي تطرد بالغليان إلى البرج الرئيس. وباستخدام أبراج التنقية الجانبية، يمكن الحصول على الجازولين والكيروسين والسولار من الزيت الخام بدون الحاجة إلى تقطير آخر.

ج . والمنتجات الرئيسة التي تؤخذ من برج التقطير تحت الضغط الجوي هي: الغازات البترولية الخفيفة، التي تستخدم في صناعة الأسمدة، والبوتاجاز والجازولين الذي يستخدم في إنتاج بنزين السيارات، والكيروسين ووقود النفاثات، والسولار، والديزل، وزيت الوقود "المازوت" الذي يستخدم وقودا أو تغذية لعملية التقطير تحت الضغط المخلخل.

2 . منتجات التقطير الابتدائي :

أ. الغازات البترولية المسالة Liquefied Petroleum gases : (L.P.G.)

هي خليط من غازي البروبان والبيوتان، اللذان يمكن تحويلهما إلى سائل تحت الضغط. ويمكن الحصول عليهما من الغاز الطبيعي، أو من وحدة الجازولين الطبيعي، وكذلك من وحدة التقطير الابتدائي. وهي تعتبر وقودا منزليا مهما" البوتاجاز"، وكذلك تستخدم مواد وسيطة في الصناعة البتروكيماوية. ويجب الاهتمام بإزالة غاز كبريتيد الأيدروجين منها؛ حيث إنه يسبب مشكلات التآكل. ويتم الحصول من أجهزة التقطير أيضا على غازي الميثان والأيثان. وهي غازات غير قابلة للتكثيف تحت الضغط الجوي، وتستعمل صناعة الأسمدة .

ب. الجازولين" البنزين Gasoline " :

هي القطفة البترولية التي يصل مدى غليانها حتى 150 م، وهي خليط من الأيدروكربونات من C_4 حتى $C1_2$ ، والجازولين غني بالبارافينات العادية والمتفرعة، وكذلك النافثينات وحيدة الحلقة، التي من الممكن أن تكون لها سلاسل جانبية صغيرة، كذلك توجد الأيدروكربونات الأروماتية" العطرية" مثل البنزول والتولوين والزيلين، وأيضا يوجد إيثيل البنزول. أما بالنسبة لمركبات الكبريت، فتوجد المركبتانات بصفة رئيسة وأحادي الكبريتيد. كذلك يوجد في الجازولين الأحماض الأليفاتية القصيرة والفينولات. وفصل مركب مفرد من الجازولين عملية صعبة وغير ممكنة نظرا لكثرة عدد الأيزومرات .

ج. الكيروسين :Kerosine

هو المنتج الرئيس لعملية التكرير من حيث حجم الإنتاج، ويستخدم في الإضاءة وكذلك يستخدم وقودا منزليا للطبخ والتدفئة، ومكونًا أساسيا لوقود النفاثات. ويشمل القطفة البترولية ذات مدى الغليان من 150 - 250 م، ويحتوي على البارافينات من C_{12} حتى C_{16} ، كذلك النافثينات ثنائية الحلقة والأيدروكربونات العطرية أحادية الحلقة ذات السلسلة الجانبية الطويلة، مع العطريات ثنائية الحلقة والمركبتانات الحلقية، وتوجد الأحماض النفثينية مع الأحماض الأليفاتية في الكيروسين .

د. السولار "وقود الغاز :Gas Oil (solar) "

هو القطفة البترولية التي تغلي من 250 م حتى 350 م، وتحتوي على البارافينات من ذرة الكربون 17 حتى الكربون 20 (C_{17}-C_{20}).، والنافثينات ثنائية الحلقة مع العطريات أحادية الحلقة، التي بها عدد كبير من السلاسل الألكيلية الجانبية، وكذلك العطريات ثنائية الحلقة. وتوجد الأنواع المختلفة من المركبات الكبريتية. كذلك المركبات النتروجينية القاعدية وغير القاعدية، وكذلك أمكن استخلاص الأحماض الدهنية من السولار. ويمكن الحصول على وقود محركات الديزل المختلفة من مقطرات الكيروسين والسولار مدى غليان 180 م حتى 360 م غالبا، وهي قطفات ذات مدى غليان ضيق حسب نوع محرك الديزل .

3 . التقطير تحت الضغط المخلخل " التفريغي VACUUM DISTILLATION "

وتستخدم هذه الطريقة لتجزئة زيت الوقود الثقيل "المازوت" الناتج من عملية التقطير الابتدائي إلى بيتومين "إسفلت" ومواد أخرى "سولار ومقطرات شمعية"، وتستخدم أساسا في إنتاج زيوت التزييت والشحومات، كما يمكن استخدامها في عمليات التكسير الحراري أو بالعوامل المساعدة التي سيرد ذكرها فيما بعد .

والتقطير تحت الضغط المخلخل "التفريغي" يتيح خفض درجة الحرارة اللازمة لتبخير أكبر جزء من زيت الوقود الثقيل "المازوت" للحصول على الإسفلت؛ ذلك لأن درجة الحرارة التي يغلي عندها السائل ترتبط بالضغط الواقع عليه. إذ يمكن تخفيض نقطة غليان السائل بتخفيض الضغط الواقع عليه. وهذه العملية لتفادي عملية التكسير لو تم التقطير تحت الضغط الجوي، إذ إن درجة حرارة زيت الوقود الثقيل "المازوت" إذا ما ارتفعت إلى الدرجات العالية التي يتطلبها تقطيره تحت الضغط الجوي العادي، فإنه لن يتبخر فحسب، بل ينكسر إلى مكونات لها خواص مختلفة تماما عن المنتج المطلوب .وتحقق هذه الطريقة خفضا ملحوظًا في التكاليف .

وفي هذه الطريقة تستخدم أجهزة أو مضخات التفريغ Vacuum Pumps للاحتفاظ بضغط منخفض. كما تستخدم مضخات لرفع الزيت خلال فرن إلى برج التقطير تحت الضغط المنخفض، إذ إن التفريغ يحول دون سحب الزيت بالتدفق الطبيعي. ويتحول الزيت إلى بخار وينساب البتيومين "الإسفلت" إلى القاع، حيث يقابله بخار ماء ذو درجة حرارة عالية، يتسبب في دفع ما قد يكون عالقًا بالإسفلت من مواد زيتية قليلة الكثافة إلى أعلى البرج .

وتخرج الأجزاء ذات الكثافة المنخفضة من أعلى البرج على شكل بخار مختلط ببخار الماء، ليمر على مكثف يكثفهما معا، ثم يدخل المزيج من السولار والبخار المتكثفين إلى برج الاسترجاع،

فترد الأبخرة بسحبها بالمضخات إلى أعلى صينية من صواني برج التجزئة. ويسحب الباقي باعتباره أحد المنتجات النهائية، ويتم سحب الغاز غير المتكثف من أعلى البرج بواسطة مضخات التفريغ .

وتسحب السوائل من برج التقطير على أبعاد مختلفة، ويمرر كل سائل برج تثبيت STABILIZER، لفصل المواد الخفيفة بالاستعانة ببخار الماء وإعادتها إلى البرج. أما الباقي فيبرد على حدة، وهو أساسا السولار والمقطرات الشمعية التي تصبح المادة الخام لصناعة زيوت التزييت والشحومات، كما يمكن استخدامها في عمليات التكسير بالعوامل المساعدة، ويتبقى البيتومين "الإسفلت" في قاع البرج .

وفي عملية التقطير تحت الضغط المنخفض، يمكن الاحتفاظ بالتوزيع الصحيح للحرارة بضبط درجة حرارة المازوت الداخل، كذلك بضبط كميات السولار المرتد الذي تعيده المضخات من برج الاسترجاع إلى البرج، أي يتم تسخين برج التقطير من أسفل إلى أعلى بواسطة المازوت، ويتم تبريده من أعلى إلى أسفل بتأثير الزيت المرتد الذي يسيل من صينية إلى أخرى .

4 . نواتج التقطير تحت التفريغ :

أ. زيوت التزييت Lubricating Oils :

توجد في القطفة التي تغلي من 350 حتى 500 م،ويمكن تقسيمها إلى زيوت خفيفة تغلي في المدى 350 - 400 م، وزيوت متوسطة من 400 م إلى 450 م،وزيوت ثقيلة تغلي من 450 حتى 500 م .

وهذه القطفات تحتوي على خليط من الزيوت والشموع والإسفلت، وتختلف نسب هذه المركبات في زيوت التزييت حسب نوع الخام. فالخام ذو القاعدة البارافينية غالبا لا يحتوي على الإسفلت، والخام ذو القاعدة الإسفلتية لا يحتوي غالبا على الشموع. والبارافينات في زيوت التزييت تصل عدد ذرات الكربون بها حتى 42 ذرة كربون .والنافثينات ذات حلقات رباعية وخماسية، أما العطريات فهي وحيدة الحلقة حتى ثلاث حلقات، وبها سلاسل جانبية قصيرة. كذلك يمكن تواجد خمسة حلقات في المركبات العليا .وتوجد المركبات الكبريتية ذات الوزن الجزيئي الكبير في زيوت التزييت، كذلك توجد مشتقات الأحماض الكربوكسلية .

ب. البيتومين "الإسفلت "

وهو المتبقي من عملية التقطير تحت التفريغ في الخام ذو القاعدة الإسفلتية.

الاستخلاص بالمذيبات :Solvent Extraction

يتم فصل مكونات الخام في عملية التقطير حسب درجة غليان كل قطفة، وحسب حجم الجزيئات، وليس حسب نوعها، أما في عملية الاستخلاص بالمذيبات، فيتم الفصل حسب النوع الكيميائي للجزيئات، مثل بارافينات أو عطريات أو نافثينات .

يدخل في نطاق عملية الاستخلاص بالمذيبات - التي تعد واحدة من عمليات الفصل المستخدمة في معامل تكرير البترول - عملية إنتاج زيوت التزييت وفيما يلي شرح مبسط لها :

سبق ذكر أن المقطرات الشمعية الناتجة من عمليات التقطير تحت الضغط المخلخل "التفريغي"، التي يمكن الحصول عليها من مستويات مختلفة من البرج، يمكن معالجتها لإنتاج زيوت التزييت. وكذلك بالنسبة للمتبقي في قاع البرج، وكل ذلك يتم في حالة معالجة الخامات البارافينية، فهذه المقطرات الشمعية تشكل المواد الأولية اللازمة لإنتاج زيوت التزييت الخفيفة والمتوسطة والثقيلة، كما يعد المتبقي في قاع البرج المادة الأولية اللازمة لإنتاج الزيوت المتبقية BRIGHT STOCKS، ومن الضروري أن تكون هذه الزيوت على درجة عالية من النقاء، وأن تتوفر فيها المواصفات القياسية العالمية نظرا لدورها الخطير في كافة الاستخدامات. ولتحقيق ذلك، يلزم معالجة المقطرات الشمعية والمتبقي، باستخدام مذيبات خاصة، لاستخلاص الشوائب من زيوت التزييت. ومن هذه المذيبات :

1. يستخدم البروبان لإزالة المواد الإسفلتية من المتبقي الثقيل في قاع البرج .
2. يستخدم مذيب الفورفورال ومذيب الفينول وغيرهما لتنقية المواد الخام من المركبات العطرية .
3. يستخدم مذيب البنزول والتولوين والميثيل أيثيل كيتون وغيرهما، لتخليص الزيوت من الشموع العالقة بها ويجري فصل الشموع من المستخلص بالتبريد .
4. تستخدم أنواع عديدة من الطفلة الطبيعية أو الصناعية، لتنقية الزيوت من الشوائب والألوان... إلخ، ويمكن الاستعاضة عن هذه العملية بالتنقية عن طريق المعالجة بالأيدروجين، وهو الاتجاه العالمي الآن .
5. للحصول على القطفات المطلوبة، تتم عمليات تقطير لكل من هذه المنتجات، وكذلك عمليات إضافة بعض القطفات لبعضها .
6. يتم إضافة إضافات معينة لكل نوع من الزيوت، لتحسين مواصفاته أو لمنع الأكسدة، وذلك قبل طرح الزيوت في الأسواق .
7. تتم تعبئة الزيوت في عبوات خاصة مختلفة الحجم .

التبريد :

1. فصل" فرز" الغازات - عملية تثبيت البنزين :

يدخل في نطاق عمليات التبريد - التي تعد واحدة من عمليات الفصل المستخدمة في صناعة التكرير - عملية فصل "فرز" الغازات الناتجة من عمليتي التكسير الحراري والتكسير بالعوامل المساعدة في معامل التكرير. وتعد هذه الغازات من أهم المصادر والمواد الأولية اللازمة للصناعة البتروكيماوية، والمصدر الآخر هو الغاز الطبيعي الذي يستخرج من بعض الآبار. وتشمل عملية فصل الغازات تبريد الغاز تبريدا عميقًا .

كان الغاز الطبيعي في الماضي يحرق باعتباره عديم الفائدة، وكانت كميات قليلة منه تستخدم في تصنيع أسود الكربون،Carbon Black ، أو وقودا في حقول البترول. وبعد ذلك أمكن فصل الغازات الطبيعية إلى نوعين من الغازات .

أ. الغاز الرطب :

وهو غاز يحتوي على مركبات هيدروكربونية أثقل من الغاز، وأمكن استخلاص البنزين الطبيعي الجيد منه لمزجه بالبنزين .

ب. الغاز الجاف :

ويتخلف بعد استخلاص البنزين الطبيعى، وهو يتكون من الميثان والأيثان، ويمكن فصلهما لاستخدامهما مادة خام لصناعة البتروكيماويات، أو وقوداً في حقول البترول، أو في الأغراض الصناعية، بعد نقلهما بالأنابيب من الحقول إلى مصانع الغاز، أو في صناعة الأسمدة بإنتاج الهيدروجين اللازم لصنع النشادر منهما. وباقي المكونات التي يجري فصلها هي البروبان والبيوتان، اللذان يستخدمان وقودا في المنازل بعد تعبئتهما في أسطوانات .

وكانت الغازات الناتجة عن عملية التكسير تحرق في أول الأمر وقوداً في معامل التكرير. ولكن منذ عام 1930م، بدأ استخدام بعض أنواع المواد الهيدروكربونية الموجودة في هذه الغازات "الأوليفينات" وهي : الهيدروكربونات غير المشبعة في إنتاج المواد البتروكيماوية لما تتميز به من قدرة على سرعة الاتحاد بجزئيات أخرى لإنتاج العديد من هذه المواد .

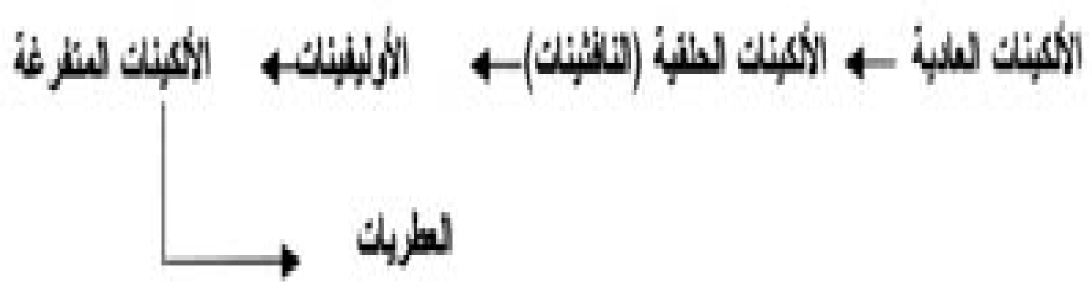
2 . تثبيت البنزين :

يؤدي تخزين البنزين في الأجواء الحارة إلى تبخر البروبان والبيوتان اللذين يحتويهما البنزين، وذلك لانخفاض درجة حرارتهما، فضلاً على أن هذين الغازين يمنعان استخدام البنزين بكفاءة في ماكينات الاحتراق الداخلي، ويعرقلان تشغيل المحركات .

ولمواجهة هذه المشكلات ولتحقيق الانتفاع بغازي البروبان والبيوتان، يتم فصل هذين الغازين وتعبئتهما في أسطوانات تحت ضغط مرتفع، بحيث يتم الاحتفاظ بهما في شكل سائل، ويستخدم البيوتان وقودا في الأجهزة المنزلية، ويسمى تجاريا "بالبوتاجاز". وتُسمى عملية فصل غازي البروبان والبيوتان من البنزين بعملية" تثبيت البنزين" وهي تتم في أبراج تعمل بطريقة تشبه تماما أي برج آخر للتجزئة، إلا أنها تعمل تحت ضغوط عالية لكي يبقى السائل المرتد في حالة السيولة دائما .

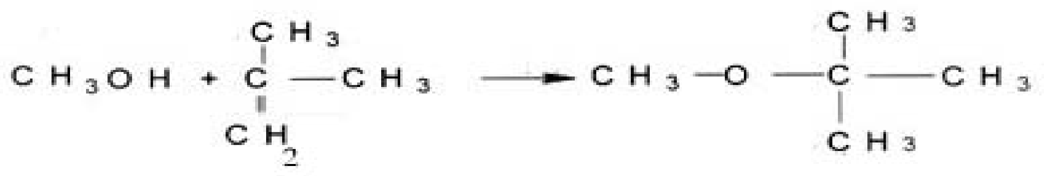
العدد الأوكتاني للوقود :

1. يساوي عدديا النسبة المئوية "بالحجم" للأيزوأوكتان في مخلوطه مع الهبتان العادي، التي يكون عندها الثبات التفجيري "أو الخواص المانعة للخبط" لهذا المخلوط مساويا للثبات التفجيري "الخواص المانعة للخبط" للوقود الجاري اختباره .
2. وتتوقف مناعة الوقود ضد الخبط "ثباته التفجيري" أساسا على تركيبه الكيميائي. فالبارافينات العادية تتمتع بثبات تفجيري منخفض. أما الأيزوبارافينات والأيدروكربونات الأروماتية فتنفجر بصعوبة، وتشغل النفثينات والأوليفينات مكانًا وسطًا. ويرتفع العدد الأوكتاني تصاعديا كالآتي :



3 . والجازولين الناتج من التقطير الأولي مباشرة يكون له عادة رقم أوكتاني منخفض يتراوح بين 50 و 70. ورفع العدد الأوكتاني للوقود يتم إما بخلطه مع وقود له رقم أوكتاني عال، أو بإضافة مواد ترفع العدد الأوكتاني مثل رابع إيثيل الرصاص $Pb(C_2H_5)_4$ ، وهو سائل عديم اللون يتم تخفيفه بواسطة بعض هاليدات الألكيل مثل ثنائي بروم الأيثان أو بروميد الأيثيل وغيرهما، وتسمى

بذلك السائل الأيثيلي، فمثلاً يكفي إضافة 2 إلى 4 سم من هذا السائل الأيثيلي/ لكل لتر من الوقود لرفع درجة الأوكتان من 70 حتى 85. وإيثيل الرصاص شديد السمية. ويجب الاحتياط في التعامل به، وازدياد استخدامه يؤدي إلى تلوث الهواء بالعادم المحتوي على أول أكسيد الكربون مخلوطًا بمركبات الرصاص، التي تؤدي إلى أضرار خطيرة بصحة الإنسان، والعديد من دول العالم الآن تحاول منع استخدام هذه المركبات السامة في المدن الكبرى. وحديثا ترفع درجة الأوكتان للبنزين الخالي من الرصاص، بواسطة مركب آخر جديد غير ضار هو (ميثيل ثالثي بيوتيل الأيثير)، الذي له درجة أوكتان عالية 98 وينتج من تفاعل الميثانول مع الأيزوبيوتيلين :

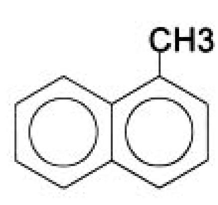


ميثيل ثالثي بيوتيل الأيثي

العدد السيتاني لوقود الديزل :-

1. يشتعل الوقود في ماكينات الديزل بالانضغاط، وليس بالشرارة الكهربائية، ويستخدم لها قطفات من وقود الديزل مدى غليانه من 180 حتى 360 م، ويعد العدد السيتاني هو الدليل الذي يبين ميل وقود الديزل إلى الاشتعال العفوي" بالانضغاط"، عن طريق مقارنة اشتعالية الوقود المختبر باشتعالية مخلوط من وقودين قياسيين هما :

السيتان: أيدركربون سلسلة البارافينات ذو تركيب عادي $n\text{-}C_{16}H_{34}$ ، ويعد عدده السيتاني مساويا 100. وأيدروكربون أروماتي "1- ميثيل نفتالين" ويعد عدده السيتاني مساويا للصفر .



2. ويعرف العدد السيتاني بأنه النسبة المئوية "بالحجم" للسيتان في مخلوط السيتان و1- ميثيل نفتالين الذي تطابق اشتعاليتة الذاتية اشتعالية الوقود المطلوب اختباره. وتتم المقارنة تحت ظروف قياسية .

ولذلك فإن الشروط المطلوبة بالنسبة للتركيب الكيميائي لوقود محركات الشرارة ومحركات الديزل تقع على طرفي نقيض؛ لأن الخواص المحركية لوقود الديزل عكس الخواص المحركية لوقود البنزين. فالألكانات ذات السلاسل الطويلة مثل الستان العادي تشتعل بسهولة بواسطة

الانضغاط، بينما تشتعل الأيدروكربونات الأروماتية مثل 1 - ميثيل نفثالين ببطء أشد كثيرا وغير مقبولة للاستخدام في محركات الديزل.

العدد الأوكتاني للبنزين "الجازولين" :-

1. تُعد الخواص المانعة للخبط أو الثبات التفجيري أحد البارامترات الأساسية التي تحدد جودة الوقود الناتج من البترول، والمخصص لمحركات الاحتراق الداخلي بالشرارة الكهربائية .

فعند عمل آلة الاحتراق الداخلي، يتم دفع خليط من بخار البنزين والهواء إلى الماكينة عن طريق المكربن. هذا الخليط يتم ضغطه داخل المكبس، حيث يتم إشعاله بواسطة شرارة كهربائية من شمعة الاحتراق. والغازات الناتجة من الاحتراق داخل المكبس تحدث ضغطًا على المكبس؛ مما يؤدي إلى حركته، وتكون سرعة انتشار اللهب العادية حوالي 25 - 30 م/ث. ولكن قد يحدث مع الوقود ذي الجودة المنخفضة أن بعض الهيدروكربونات داخل المكبس يتم اشتعالها بفرقعة احتراق لحظي تفجيري، نتيجة

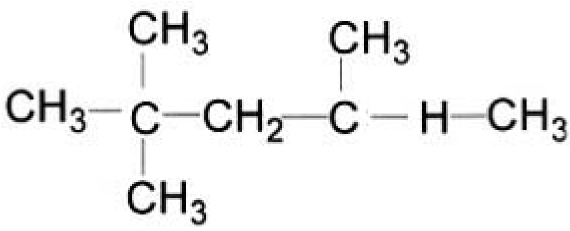
للانضغاط وليس بواسطة الشرارة الكهربائية. وتصل سرعة اللهب عند الاحتراق اللحظي إلى 2500 - 2000م/ث فتتكون نتيجة لذاك كمية كبيرة من الحرارة، ويسبب الاحتراق التفجيري هبوط قدرة المحرك، ويصاحب ذلك الخبط الموتور، مما يؤدي إلى سرعة البري والتآكل في الآلة .

2. وظاهرة الاشتعال التفجيري غير مرغوب فيها، وهي خاصية من خواص الجازولين الناتج مباشرة من التقطير والمحتوي على نسبة عالية من البارافينات العادية، ومن ناحية أخرى، فإن الجازولين، المحتوي على نسبة عالية من البارافينات المتفرعة، يحترق بدون تفجير .

ويطلق اسم العدد الأوكتاني للوقود على دليل ثباته التفجيري وخواصه المانعة للخبط Antinock Resistance، ويجري تقدير الخواص التفجيرية للوقود في المحرك بواسطة مقارنة الوقود المطلوب دراسته مع وقود آخر قياسي .

والوقودان القياسيان هما :

الأيزواوكتان (2-2-4 ثلاثي ميثيل بنتان)



3. وقد اصطلح على اعتبار عدده الأوكتاني مساويا 100، وذلك لأنه قليل التفجير وله خواص مانعة للخبط جيدة جداً .

الهبتان العادي السهل التفجر وعدده الأوكتاني يساوي صفرا، والعدد الأوكتاني لمخاليط من الأيزواوكتان والهبتان العادي يكون مداه من صفر إلى 100، حسب نسبة الأيزوأوكتان الموجود في الخليط .

ويقارن الوقود المراد اختباره مع هذه المخاليط المختلفة تحت ظروف قياسية.

درجة الوميض والاشتعال والاشتعال الذاتي : -

يحكم على قابلية المنتجات البترولية الخفيفة للاشتعال "الالتهابية inflammability" بدرجة وميضها .

يطلق اسم درجة الوميض flash point على درجة الحرارة التي تومض عندها أبخرة المنتج البترولي المسخن في ظروف محددة عند تقريب لهب منها . وتتميز درجة الوميض بأن اللهب ينطفئ في الحال .وإذا رفعت بعد ذلك درجة حرارة السائل، فعند الوصول إلى درجة حرارة معينة، وتقريب اللهب، تشتغل الأبخرة مرة أخرى، ولكنها لا تنطفيء. ويطلق على درجة الحرارة هذه" درجة الاشتعال للمنتجات Ignition point "ودرجة الاشتعال أعلى دائما من درجة الوميض .

ولكي يتم وميض الأبخرة القابلة للاشتعال، يجب أن تقع نسبة تركيزها في الهواء في حدود معينة، ويفرق بين الحد الأعلى والحد الأدنى لتركيز الأبخرة. والحد الأدنى هو أقل نسبة لتركيز الأبخرة في الهواء يلاحظ عندها الوميض عند تقريب اللهب، أما الحد الأعلى فهو تلك القيمة لتركيز الأبخرة التي لا يحدث الوميض بعدها لعدم كفاية الأكسجين. والحد الأدنى لتركيز الأبخرة البترولية هو الذي يؤخذ في الاعتبار عند تعيين درجة الوميض. وكلما خف المنتج البترولي كانت هذه الدرجة أقل. فدرجة وميض الجازولين أقل من صفر، والكيروسين 30 - 50 م، ووقود الديزل المختلف الأنواع من 30 إلى 90 م، وزيوت التزييت من 130 إلى 320 م .

ويحكم في الظروف الصناعية على وجود القطفات الخفيفة في المنتجات بدرجة الوميض، فتدل مثلاً درجة الوميض المنخفضة للمازوت، المتبقي بعد تقطير البترول، على أن المنتجات البترولية الخفيفة لم تنفصل جيدا منه .

وعلاوة على درجة الوميض ودرجة الاشتعال اللتين يجري عند تعيينهما اشتعال الأبخرة البترولية بتقريب لهب إليها، تعرف أيضا ظاهرة" الاشتعال الذاتيSelf Ignition "،أي الظاهرة التي يجري عندها اشتعال المنتج المسخن عند التلامس مع الهواء بدون تقريب اللهب إليه. ويطلق اسم درجة الاشتعال الذاتي "العفوي" على درجة الحرارة التي عندها يشتعل المنتج البترولي ذاتيا عند ملامسة الهواء. وتعتمد درجة الاشتعال الذاتي على ثبات المنتج لتأثير الأكسجين. وأكثر المنتجات تعرضا للاشتعال الذاتي هي متبقيات تكرير البترول الثقيلة "القار والسناج وغيرها". فدرجة الاشتعال الذاتي للمنتجات البترولية المنخفضة الغليان أعلى من درجة الاشتعال الذاتي للمنتجات العالية الغليان. وتبلغ درجة الاشتعال الذاتي للمتبقيات البترولية 300م - 350م، وللكيروسن أعلى من 400م، وللجازولين أعلى من 500م .

أما درجة وميض الجازولين، فهي أقل من - 18م، معنى ذلك أنه في درجات الحرارة العادية يكون تركيز بخار الجازولين أعلى بكثير من تركيز الهواء في حيز مغلق، وبالتالي لن يشتعل الجازولين. أما المنتجات البترولية التي تتراوح درجة وميضها بين 30 و 60 م، فيجب الاحتياط من خطورة اشتعالها، حيث إنه في خلال هذا المدى من درجات الحرارة يتم إنتاج هذه المنتجات ونقلها وتخزينها .

معامل الانكسار :-

تتغير سرعة الأشعة الضوئية واتجاهها عند انتقالها من وسط إلى آخر، وتسمى هذه الظاهرة بـ "انكسار الشعاع". ويطلق اسم "معامل الانكسار" على النسبة بين زاوية سقوط الشعاع وزاوية الانكسار. ويدخل في تركيب البترول والمنتجات البترولية طوائف أيدروكربونية مختلفة ذات معاملات مختلفة للانكسار. فأيدروكربونات السلسلة البارافينية ذات معامل انكسار قليل يليها الأيدروكربونات النفثينية ثم الأروماتية، ويزداد معامل الانكسار بازدياد الوزن الجزيئي للأيدروكربونات. ويستخدم جهاز خاص لتعيين معامل الانكسار يطلق عليه اسم" مقياس انكسار الأشعة.(refractometer) "

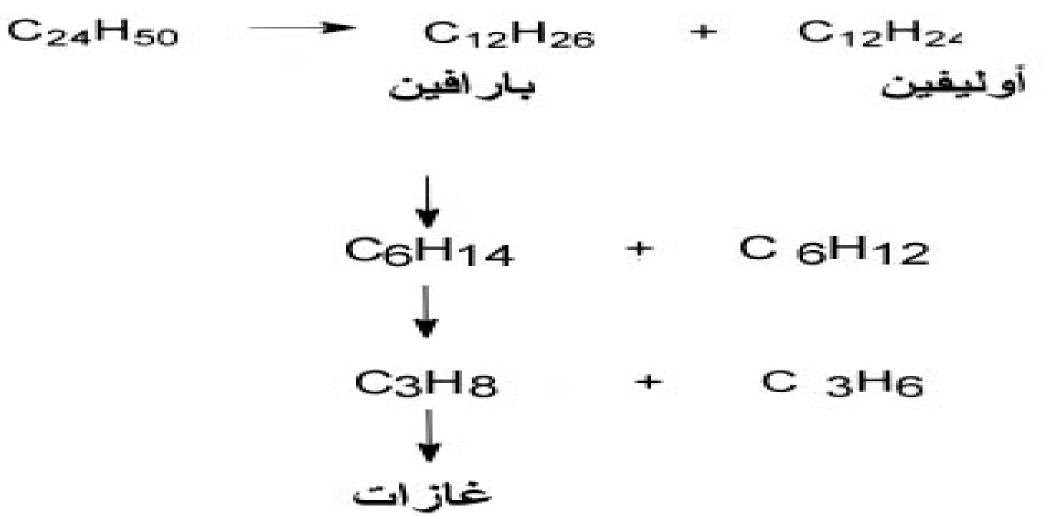
تختلف العمليات التحويلية عن عمليات التقطير الجوي والتقطير تحت التفريغ، التي يتم بواسطتها الحصول على المنتجات البترولية بطرق الفصل الفيزيائي للبترول، إلى قطفات تختلف درجات غليانها، فالعمليات التحويلية هي عملية كيميائية، تجري تحت تأثير الحرارة والضغط أو بالعوامل المساعدة، والهدف منها زيادة كمية وقود السيارات والنفاثات وجودته، حيث يتم فيها تغير جزيئات الأيدروكربونات الموجودة في البترول، وتشمل هذه العمليات التحويلية: التكسير الحراري، أو التكسير بالعامل المساعد، وإصلاح البنزين، والألكلة، والأزمرة والبلمرة .

1 . العمليات التحويلية الحرارية :

أ. التكسير الحراري :THERMAL CRACKING

تعد عملية التكسير في جوهرها من عمليات التأثير الحراري، حيث تستخدم الحرارة العالية في تقسيم جزيئات الزيت الثقيلة أو الكبيرة، بعد ترتيبها إلى جزيئات صغيرة، ويمكن عن طريق تكسير المازوت المتخلف من عملية التقطير الابتدائي للزيت الخام، الحصول على بنزين إضافي من نوع جيد. وقد استخدمت طريقة التكسير على نطاق تجاري للمرة الأولى في عام 1913م، فبتعرض الزيت الخام إلى درجات حرارة مرتفعة، وتحت ضغوط عالية، تحدث عملية تكسير الجزيئات الهيدروكربونية الكبيرة إلى جزيئات أصغر. وبهذه الطريقة، أمكن تحويل المنتجات الثقيلة إلى منتجات خفيفة مثل البنزين. وأمكن بهذا الاكتشاف زيادة كميات البنزين المنتجة، فضلاً عن إدخال تحسين مهم من حيث النوع، إذ إن البنزين الناتج من عمليات التكسير الحراري كان أحسن بكثير من حيث مميزات منع الخبط "السقف" في محركات الاحتراق الداخلي، بالمقارنة بالبنزين الناتج من عمليات التقطير العادية .

وبتعرض جزيئات البارافينات إلى الحرارة العالية والضغط يتم تكسير الجزيء إلى بارافين وأوليفين .



أما الأوليفينات الناتجة فتكون غير مستقرة وتحدث فيها التفاعلات الآتية :

1. مزيد من التكسير إلى أوليفينات صغيرة .
2. بلمرة الأوليفينات الصغيرة المتكونة .
3. الأوليفينات الكبيرة تتحول إلى أيدروكربونات حلقية "نافثينية ".
4. نزع الأيدروجين من النافثينات وتكوين العطريات .
5. تكاثف العطريات؛ مما يؤدي في النهاية إلى تكوين الكوك .

ب. التفحيم COKING

تتم عملية تفحيم المازوت المتبقي عند درجات حرارة عالية، وذلك لإنتاج فحم كوك بترولي. وبالاعتماد على نوعية المواد الأولية وظروف العملية يمكن أن تنتج 15-38% كوك تجاري، 49-77% منتجات سائلة، منها 7-17 %قطفة بنزين، وكذلك 5-12% غازات حتى ذرة كربون 4. وقد تطورت عملية التفحيم لمقابلة الطلب على إنتاج الكوك المستخدم في أقطاب التحليل الكهربي .

ج. البيروليز PYROLYSIS

تتم عملية البيروليز على الغازات مثل الإيثان وحتى البيوتان، وكذلك على المقطرات الخفيفة مثل البنزين منخفض الأوكتان "النافتا ."وغالبا ما تتم عند درجة حرارة عالية تصل إلى 850 م، والهدف الرئيس منها إنتاج غازات الإيثيلين والبروبلين والبيوتيلين، وهي المواد الأولية لصناعة البتروكيماويات، وكذلك إنتاج العطريات مثل البنزول والطولوين والزيلين .

2 . عملية التكسير بالعامل المساعد Catalytic cracking

استخدمت طريقة التكسير بالعوامل المساعدة للمرة الأولى على أساس تجاري في عام 1936م. وهذه الطريقة تمتاز بمميزات كثيرة على طريقة التكسير بالحرارة، فهي تنتج بنزينًا من نوع أجود مما ينتج في التكسير الحراري، وبدون الحاجة إلى ضغط عال، ويتحقق ذلك باستخدام عامل حفاز "عامل مساعد" هو مادة تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي، دون أن تتعرض لأي تغير كيميائي .

وهناك نوعان من التكسير بالعامل المساعد، الأولى يستخدم فيها العامل المساعد فقط، والثانية تستخدم العامل المساعد في وجود غاز الأيدروجين، الذي ينتج بطريقة رخيصة بوصفه منتجا ثانويا في العمليات البترولية، تحت ضغط يصل إلى 30 جوي، ودرجة حرارة منخفضة، وتسمى التكسير الأيدروجيني. Hydrocracking وأهم عامل مساعد يستخدم في هذه الطرق هو نوع من ألومينو سيليكات المخلقة "الزيوليت"، المكون من 12% ألومينا 88% سيليكا. ومن أكثر طرق التكسير بالعامل المساعد

استخداما طريقة التكسير بالعامل المساعد في طبقة مميعة، وفيها يكون العامل المساعد المستخدم مسحوقًا دقيقًا يصير شبيها بالسائل عند تعرضه لتيار هواء، حيث إنه عند ترسب الكربون على العامل المساعد، يقلل من كفاءته ويفقد تأثيره "تسمم للعامل المساعد"، فيتم سحب العامل المستهلك وينفخ فيه تيار هواء ساخن، فيعيد العامل المساعد إلى غرفة تجديده، وفيها يحرق الكربون ويعود العامل المساعد صالحا للاستخدام مرة أخرى .واستخدام العامل المساعد في عمليات التكسير ليس فقط لزيادة سرعة التفاعل، ولكنه يؤدي إلى تحسين خواص المنتج كذلك، ويقلل من تكوين الأيدروكربونات عديمة الفائدة .وجودة البنزين الناتج تأتي من تكوين البارافينات المتفرعة، وكذلك الأيدروكربونات العطرية ذات رقم الأوكتان العالي .

مقارنة بين التكسير الحراري والتكسير بالعامل المساعد

التكسير الحراري	التكسير بالعامل المساعد
- يتم التكسير باستخدام الحرارة العالية - - تتم في الطور السائل والطور الغازي - لا تستخدم على نطاق إنتاجي كبير؛ لأنها تحتاج إلى معدات مكلفة - البنزين الناتج يحتوي على الأوليفينات والكوك	- يتم التكسير باستخدام حرارة منخفضة في وجود عامل مساعد - تتم في الطور السائل فقط - تستخدم على نطاق انتاجى كبير - البنزين الناتج يحتوي على كمية أقل من الأوليفينات والكوك

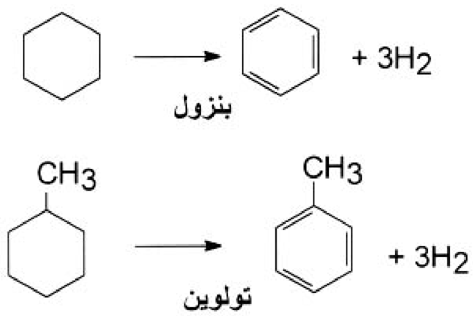
3. الإصلاح الحفزي للبنزين Reforming

يسمح الإصلاح بالحفز "بالعامل المساعد "بتحويل البنزين ذي العدد الأوكتاني المنخفض الناتج من التقطير، أو من التكسير الحراري، أو التكسير بالعامل المساعد، إلى بنزين ذي عدد أوكتاني مرتفع. وإلى جانب ذلك، يمكن الحصول على الأيدروكربونات الأروماتية "البنزول والطولوين والزيلينات والأيثيل بنزول" التي تعد خامات مهمة في الصناعة البتروكيماوية. ولذلك أصبحت هذه العملية إحدى العمليات المهمة في صناعة معالجة البترول .

وتتم بتعرض البنزين إلى معالجة حرارية "في وجود عامل مساعد" تشبه عملية التكسير، ولكن في زمن قليل جداً. ويجري الإصلاح بالحفز "العامل المساعد" في الصناعة باستخدام البلاتين أو الموليبدنم عاملاً مساعدا محملاً على الألومينا أو الألومينا والسيليكا. والإصلاح بالبلاتين Platforming يستخدم بكثرة، وينتج منها بنزين عالي الأوكتان يصل حتى 98 أوكتان، بدون إضافة السائل الأيثيلي للرصاص. وتتم العملية كذلك تحت تأثير إعادة دورة الغاز المتكون في العملية والمحتوي على 80% إيدروجين، وهذا الغاز يعد مصدرا رخيصا للأيدروجين، لذلك يستخدم في جميع العمليات البترولية وخصوصا عملية المعالجة بالأيدروجين وعملية التكسير بالأيدروجين،

والتفاعلات الكيمائية التي تحدث في عملية الإصلاح الحفزي هي :

أ. نزع الأيدروجين من النافثينات "الأيدروكربونات الحلقية المشبع ":



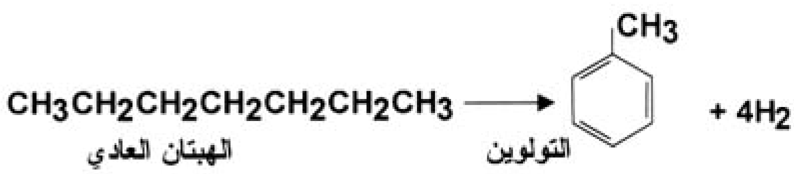
ب. التكسير بالأيدروجين :

$$C_9H_{20} + H_2 \rightarrow C_4H_{10} + C_5H_{12}$$

بيوتان بنتان

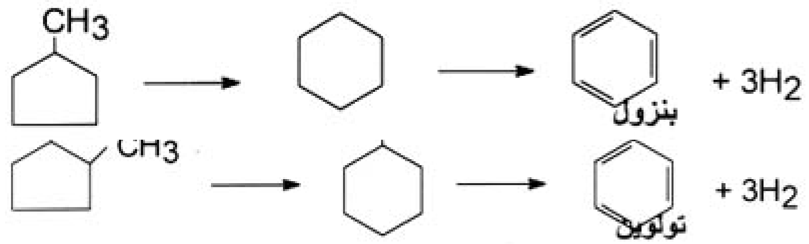
وعملية الأزمرة ملازمة لعملية التكسير بالأيدروجين لتكوين بارافينات متفرعة .

ج. تكوين المركبات الحلقية من الأيدروكربونات البارافينية مع نزع الأيدروجين :



د. تفاعلات الا

وتتم للأيدروكربونات البارافينية ذات الوزن الجزيئي المنخفض، مثل تحول البيوتان العادي والبنتان العادي إلى الأيزوبيوتان والأيزوبنتان. كذلك أزمرة النفثينات الحلقية ذات الحلقة الخماسية إلى الحلقة السداسية مثل :



بالإضافة إلى التفاعلات السابقة تجري أيضاً، أثناء عملية الإصلاح الحفزي، تفاعلات هدرجة المركبات الكبريتية والنتروجينية

$$R\text{-}S\text{-}R + 2H_2 \rightarrow 2RH + H_2S\uparrow$$

$$R_2NH + 2H_2 \rightarrow 2RH + NH_3\uparrow$$

وهذه المركبات الكبريتية والنتروجينية تسبب تسمما "إقلال كفاءة العامل المساعد"، لذلك تجري هذه العملية "المعالجة بالأيدروجين" لإزالة المركبات الكبريتية والنتروجينية منفصلة قبل عملية الإصلاح .

والبنزين الناتج من عملية الإصلاح الحفزي" البنزين المحسن"، يكون غنيا بالأيدروكربونات المتفرعة وكذلك الأروماتية، وهذا هو السبب في ارتفاع رقمه الأوكتاني، وغالبا لا يحتوي على الكبريت؛ وبذلك تكون له خواص جيدة مانعة للخبط .

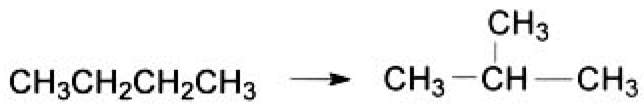
4 . عمليات باستخدام الغازات البترولية

تستخدم قطفات غازات "البروبان -بروبلين "و"البيوتان - بيوتيلين" الناتجة من تجزئ الغازات البترولية في إنتاج بنزين عالي الأوكتان؛ وذلك بعمليات البلمرة والألكله :

أ. عمليات الأزمرة للبارافينات الخفيفة

تستخدم عملية الأزمرة لتحويل الأيدروكربونات ذات التركيب العادي إلى أيدروكربونات ذات بناء متفرع .

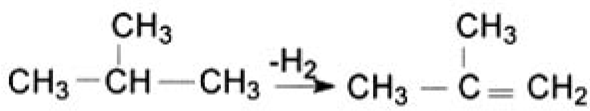
ومن أمثلة ذلك أزمرة البيوتان العادي "قليل النشاط" إلى الأيزوبيوتان



بيوتان عادي أيزو-بيوتان

والأيزوبيوتان الناتج يستخدم، بعد ذلك، في عملية الألكلة والبلمرة، ومن أهم العوامل الحفازة المستخدمة في عمليات الأزمرة كلوريد الألمنيوم، مع منشط مثل غاز كلوريد الأيدروجين .

بعد ذلك، يتم نزع الأيدروجين بالعوامل الحفازة، مثل أكاسيد بعض الفلزات، من الأيزوبيوتان لإنتاج الأيزوبيوتيلين

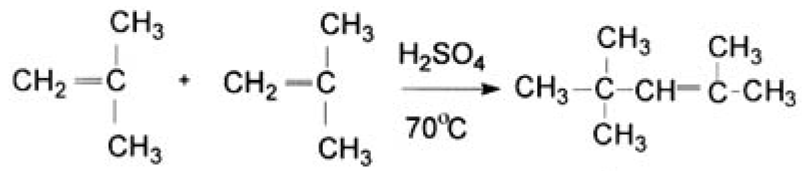


أيزو-بيوتيلين

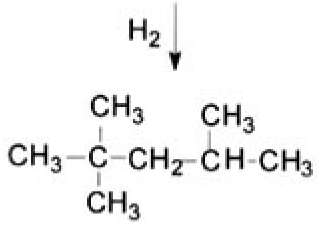
ب. عمليات البلمرة Polymerization

البلمرة ـ كما هو معروف ـ هي اتحاد جزيئين أو أكثر من مركب ما، لتشكيل مركب آخر ذي وزن جزيئي أكبر. أي أن البلمرة هي عكس التكسير. ففي أي عمليات للتكرير تتكون هيدروكربونات غازية، ويتم ذلك بوضوح وبشكل بارز في عمليات التكسير. وإذا عرضت الغازات لدرجات حرارة مرتفعة ولضغوط عالية يمكن التحكم فيها، فإن جزيئاتها تتحد "تتبلمر" في جزيئات أكبر مكونة منتجات سائلة تسمى البلمراتPolymers ، وفي بعض الحالات تستخدم غازات معامل التكرير والغازات من المصادر الطبيعيه سويا في عمليات البلمرة، والمنتج النهائي في هذه العملية قد يكون مركزا عالي الأوكتان "الجازولين البوليميري"، وهي خامة للخليط تستخدم في إنتاج البنزين عالي الأوكتان

والجازولين البوليميري ينتج من بلمرة البيوتيلين



داي أيزو بيوتيلين



٢،٢،٤ ــ ثلاثي ميثيل بنتان

"أيزو أوكتان، الجازولين البوليميري"

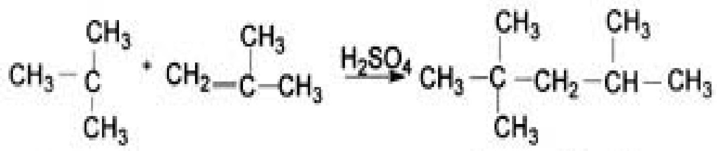
ج. ألكلة الأيزوبيوتان بواسطة الأوليفينات

تعد عملية الألكلة إحدى العمليات العالية الفعالية المستخدمة في الحصول على مركبات البنزين ذات العدد الأوكتاني المرتفع، ويمكن التعبير عن تفاعل الألكلة بالاوليفينات بالمعادلة العامة الآتية :

$$C_mH_{2m} + C_nH_{2n+2} \longrightarrow C_{n+m}H_{2(n+m)+2}$$

أوليفين   **بارافين**

وتجري الألكلة عند درجات حرارة وتحت ضغوط معتدلة في وجود العوامل الحفازة، ويعد حمض الكبريتيك وحمض الأيدروفلوريك أو كلوريد الألمنيوم أكثر العوامل الحفازة فعالية في عمليات الألكلة



أيزوبيوتيلــــــــــــن   **أيزوأوكــــــــــتان**

إيزوبيوتان

" مركز عالي الأوكتان يستخدم في عمليات الخلط "

وحيث إن ظروف إجراء تفاعل الألكلة هي ظروف مناسبة لسريان تفاعل بلمرة الأولفينات، ولمنع التفاعل الأخير، تجري عملية الألكلة في وجود فائض كبير 4-8 مرات من الأيزو بارافينات .

تهدف عمليات المعالجة لإزالة الشوائب غير المرغوب فيها في المنتجات البترولية أو تحويلها. فمن المعروف أن زيت البترول الخام يحتوي على بعض الشوائب تتراوح نسبتها بين 1-4% وفقًا لنوع الخام ومصدره، وتتكون هذه الشوائب، عادة، من المركبات الكبريتية والآزوتية والأوكسجينية .

وتبذل معامل تكرير البترول جهودا كبيرة لتنقية المنتجات البترولية من الشوائب، قبل تسويقها وذلك للتغلب على مشكلات تآكل الأجهزة وتلوث الهواء، والوفاء باحتياجات الاستهلاك المحلي، وللتغلب على المنافسة في مجال التصدير .

والمنتجات البترولية الناتجة من عمليات التقطير والتكسير تحتوي على الأولفينات ومركبات كبريتية وأكسجينية، وهي تسبب عدم ثبات المنتجات، وكذلك تكوين رواسب كربونية داخل آلات الاحتراق، وتعطي للمنتجات ألوانًا وروائح غير مرغوب فيها. فعمليات التنقية هي العمليات النهائية للمنتجات البترولية، وهي إما كيميائية أو فيزيائية، والكيماويات المستخدمة في عمليات التنقية كثيرة، منها محلول الصودا الكاوية الذي يستخدم في تنقية البوتاجاز والبنزين من كبريتيد الأيدروجين ومركبات المركبتان، وحامض الكبريتيك المركّز الذي يستخدم في تنقية الكيروسين من المواد الكبريتية والعطرية التي تسبب تصاعد الدخان الأسود، كما يستخدم في تنقية وقود النفاثات وغيره، كذلك يستخدم غاز الأيدروجين في إزالة عديد من الشوائب .

1 . إزالة كبريتيد الأيدروجين :

الغازات والمقطرات الخفيفة "الغازات البترولية والمسالة والبنزين والكيروسين" غالبا ما تحتوي على كبريتيد الأيدروجين، وهو موجود أساسا في الخام أو تكون من تحلل المركبات الكبريتية خلال العمليات المختلفة. وهو غير مرغوب فيه بسبب رائحته الكريهة، وكذلك تحوله بسهولة إلى كبريت؛ مما يسبب تآكلاً في الآلات والمعدات. وهناك طريقتان لإزالة H_2S حسب نسبته .

أ . إذا كانت النسبة ضئيلة يستخدم محلول الصودا الكاوية.

$$2NaOH + H_2S \rightarrow Na_2S + 2H_2O$$

ب . أما إذا كانت النسبة عالية فيستخدم سائل مناسب لامتصاص غاز كبريتيد الأيدروجين، وبعد ذلك يستخدم السائل مرة أخرى بعد التخلص من الغاز، ويوجد لذلك طريقتان تقليديتان.

1. طريقة "شل فوسفات"، وفيها يستخدم فوسفات ثلاثي البوتاسيوم

$$K_3PO_4 + H_2S \rightarrow K_2HPO_4 + KHS$$

فوسفات ثلاثي البوتاسيوم

2. أما الطريقة الثانية فتتم باستخدام الأمينات العضوية مثل أحادي الإيثانول أمين أو ثنائي الإيثانول أمين

$$NH_2CH_2CH_2OH + H_2S \rightarrow CH2CH_2OHNH_3HS.$$

$$NH(CH_2CH_2OH)_2 + H_2S \rightarrow (CH_2CH_2OH)_2NH_2HS.$$

2 . إزالة مركبات المركبتان :

المركبتانات الموجودة في المنتجات البترولية غير مرغوب فيها؛ نظرا لرائحتها الكريهة، فتعالج هذه المنتجات للتخاص منها أو تحويلها إلى مركبات أقل ضررا أو مقبولة .

والمركبتانات الموجودة في المنتجات التي تغلي حتى أقل من 100 م، يمكن التخاص منها بالمعالجة بواسطة محلول الصودا الكاوية التي تكون مركبات مذابة في الصودا الكاوية .

$$RSH + NaOH \rightarrow RSNa + H_2O$$

أما المركبتانات الثقيلة الموجودة في المقطرات العالية التي تغلي أعلى من 100 م، فهي لا تذوب في الصودا الكاوية .

عملية التحلية "Sweetening: طريقة "Doctor treatment

$$2NaOH + PbO(litharge) \rightarrow Na_2PbO_2 + H_2O$$

أكسيد الرصاص   **بلومبات الصوديوم**

$$RSH + Na_2PbO_2 \rightarrow 2NaOH + Pb(SR)2$$

مركبتايد الرصاص

$$Pb(SR)_2 + S \rightarrow PbS + R\text{-}S\text{-}S\text{-}R$$

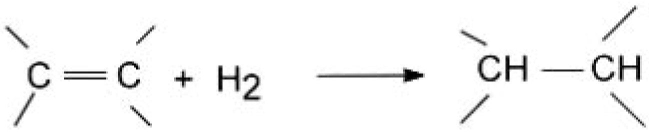
كمية محسوبة   راسب   ثنائي الكبريتيد الذائب

تحول فيها المركبتانات الضارة إلى ثنائي الكبريتيد الأقل ضررا أو المقبولة والمسموح بوجودها في المنتجات. فبالرغم من أن الكبريت لم تتم إزالته، إلا أن المنتج خضع لعملية تحلية بتحويل المركبتان إلى ثنائي الكبريتيد. وذلك باستخدام محلول الصودا الكاوية مع أكسيد الرصاص وبإضافة كمية محسوبة بعناية من الكبريت .

3 . التنقية بالايدروجين

تطورت في السنوات الأخيرة عملية تنقية المنتجات البترولية بواسطة الأيدروجين تطورا كبيرا، وذلك مع توافر غاز الأيدروجين بوصفه منتجا ثانويا رخيصا ناتجا من عمليات الإصلاح الحفزي، حيث إن الغاز الناتج من هذه العمليات يحتوي على 80% أيدروجين. ولذلك نجد أن عمليات التكسير والإصلاح والمعالجة تتم في وجود الأيدروجين، وتنقسم العمليات المستخدم فيها الأيدروجين إلى التكسير بالأيدروجين وتنقية بالأيدروجين. وتستخدم التنقية بالأيدروجين الآن تجاريا على نطاق واسع، نظرا لأنها عملية متعددة الوظائف، فهي تزيل المواد الكبريتية المحدثة للتآكل بتحويلها إلى كبريتيد أيدروجين، بالإضافة إلى ذلك عملية التنقية بالأيدروجين تؤدي إلى إزالة المواد النتروجينية والأكسجينية والهالوجينية .

كذلك إزالة الشوائب المعدنية الموجودة في الزيت، كما يتم تشبع الأوليفيات؛ مما يؤدي إلى ثبات المنتجات .



أ.الهدرجة مع إزالة الكبريت

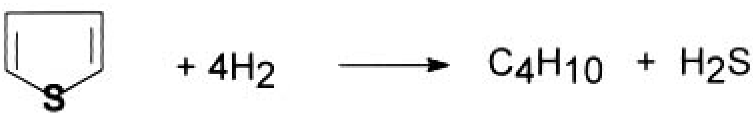
1-للمركبتانات

$$RSH + H_2 \rightarrow RH + H_2S$$

2-للكبريتيد

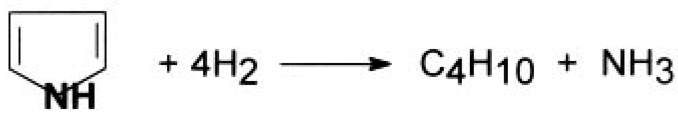
$$R_2S + 2H_2 \rightarrow 2RH + H_2S$$

3-للثيوفين

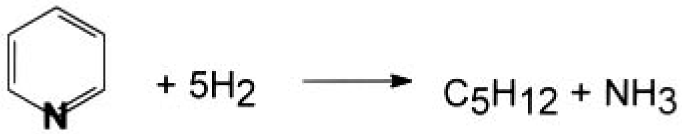


ب.الهدرجة مع إزالة النتروجين

-1للبيرول

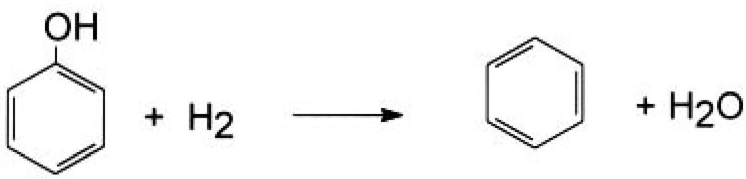


-2للبيريدين



ج.الهدرجة مع إزالة الأكسجين

-1للفينول



-2لفوق الأكاسيد

$$C_6H_{13}OOH + 3H_2 \longrightarrow C_6H_{14} + 2H_2O$$

د.الهدرجة مع إزالة الهالوجين

للكلوريد

$$RCl + H_2 \longrightarrow RH + HCl$$

هـ. تشبع الأوليفينات

$$C_5H_{10} + H_2 \longrightarrow C_2H_{12}$$

بنتين   بنتان

. القسم السادس : الإضافات البترولية

1 . الإضافات إلى زيوت التزليق

تفرض صناعة بناء المحركات الحديثة شروطاً قاسية بالنسبة لجودة زيوت التزليق. وهذه الشروط تتزايد باستمرار نظراً لتحسين تصميم المحركات وتصعيب ظروف عملها .

ولا تحقق زيوت التزليق الناتجة من الخامات البترولية المتطلبات المتزايدة التي يبديها المستهلكون، حتى بعد انتقائها الدقيق وإجراء التنقية طبقاً للمخططات التقنية الحديثة. ولكي تصل جودة الزيوت المنتجة إلى مستوى هذه المتطلبات، من الضروري أن نضيف إلى الزيت الإضافات التي يجب أن تعطي الزيوت الخواص التشغيلية المناسبة .

ولا تتمتع الزيوت الناتجة من البترول بالثبات، إذ تخضع الأيدروكربونات الداخلة في تركيبها تحت تأثير أكسجين الهواء لعمليات تحول كيميائية عميقة، تتكون لها الأحماض والألدهيدات والمواد الإسفلتية والراتنجية .

وتحطم الأحماض الداخلة في تركيب الزيت أجزاء المحرك، وبترسب الكوك والزفت على المكبس وعلى حلقات المكبس فتؤدي إلى تكسيرها .ويزداد تآكل المحرك برفع لزوجة الزيوت. وتنشط تفاعلات الأكسدة بالتأثير الحفزي للسطح المعدني للمحرك وكذلك للراسب عديم الذوبان المتكون أثناء عملية الأكسدة "أملاح الأحماض النفثينية مثلا ".

ولمنع تأكسد الزيت أثناء عملية التشغيل يجب استخدام الإضافات المانعة للأكسدة، إلا أن الإضافات لا تمنع نهائياً عمليات الأكسدة التي تؤدي إلى تكون المواد الإسفلتية والراتنجية المترسبة على أجزاء المحرك، وإلى تكون المركبات الحمضية التي تحت هذه الأجزاء .

لذلك فللحصول على زيوت محركات ذات خواص تشغيلية جيدة، تضاف إلى الزيوت إضافات لا تتمتع فقط بطابع مانع للأكسدة، وإنما بطابع منظف ومانع للتحات أيضاً .

وطبقاً للمعلومات الموجودة فإن 60-70% من بلى المحرك يتم في فترات بدء إدارته، أي عندما يكون الزيت بارداً لم يسخن بعد ولزوجته مرتفعة. ويمكن التوصل إلى تحسين الخواص الحرارية ولزوجة الزيوت تحسينًا فعالاً باستخدام الإضافات اللازوجية بالحصول على زيوت عامة يمكن تشغيلها في أي ظروف مناخية .

وتعد درجة عقد الزيوت المنخفضة خاصية مهمة لجودتها التشغيلية أيضاً. ويطبق عمليا الحصول على زيوت ذات درجة عقد منخفضة عن طريق نزع البارافين، في حالة احتواء الخام على نسبة كبيرة من البارافين. وإذا كانت نسبة الأيدروكربونات البارافينية غير كبيرة، فتستعمل الإضافات التي تخفض درجة العقد. وينبغي أن نشير إلى أنه عند التنقية العميقة للزيوت بالمذيبات الانتقائية، في حالة احتوائها على نسبة صغيرة من البارافينات، ترتفع درجة عقدها. وتساعد إضافة كمية صغيرة من المخفض على تخفيض درجة عقد الزيوت بدرجة كبيرة. وتصنف الإضافات إلى زيوت المحركات طبقاً لطابع تأثيرها، ويمكن تقسيمها إلى المجموعات الآتية :

- ✓ إضافات منظفة مشتتة تمنع ترسيب الرواسب على أجزاء المحرك.
- ✓ إضافات مقاومة للتحات الكيميائي تقلل الخواص الحاتة للزيت.
- ✓ إضافات مقاومة للأكسدة ترفع ثبات الزيت لعمليات الأكسدة.
- ✓ إضافات اللزوجة التي ترفع لزوجة الزيت وتحسن الخواص الحرارية للزوجة.
- ✓ إضافات مخفضة تخفض درجة عقد الزيت.
- ✓ إضافات مقاومة للنحت ومقاومة للبلى تستخدم أساساً بالنسبة للزيوت التي تعمل في ظروف التحميل والسرعات الكبيرة ودرجات الحرارة المرتفعة.
- ✓ إضافات خاصة "مانعة للرغاوي ومانعة للصدأ وغيرها".

وتستخدم في الحياة العملية استخداماً واسعاً الإضافات التي تحسن عدة خواص للزيت في وقت واحد. ويطلق على مثل هذه الإضافات اسم" الإضافات ذات المجموعات الوظيفية العديدة". وفي السنوات الأخيرة استخدم تركيب الإضافات مثل التركيب المنظف المشتت المقاوم للأكسدة استخداماً واسعا. ويتحدد اختيار التركيب بالشروط الواجب توافرها في جودة الزيوت، وكذلك بالخواص الفيزيائية الكيميائية للزيوت الأساسية "الزيت الذي يحصل عليه من الخام البترولي قبل إضافة الإضافات" التي تضاف إليها هذه الإضافات. ويجب في جميع الحالات أن يكون الزيت الأساسي جاهزاً لإضافة الإضافات، أي يكون منقى من المركبات غير المرغوب فيها .

أ. الإضافات المنظفة المشتتة :

يجب أن تكسب هذه الإضافات الزيوت خواص مشتتة ومنظفة. وأحد الشروط الأساسية الواجب توافرها في الزيوت، هو انخفاض ميلها إلى ترسيب القشور واللاك على أجزاء المحرك. وتتكون هذه الرواسب نتيجة للثبات غير الكافي للزيت لعمليات الأكسدة في ظروف تشغيل المحرك. ولا تمنع إضافة الإضافات المنظفة المشتتة تكون الرواسب، وإنما تساعد على بقائها في الزيت على صورة معلق. وتنتمي إلى الإضافات المنظفة والمشتتة، بصورة أساسية، فيناتات الفلزات المختلفة والفينولات المستبدلة

وكبريتيداتها ومشتقاتها الثنائية الكبريت، وكذلك المركبات التي هي فيناتات منتجات تكاثف الفينولات المتبدلة مع الفورمالدهيد. وعلاوة على ذلك، تنتشر وسط مجموعة الإضافات المنظفة، الإضافات التي يحصل عليها على أساس أملاح الأحماض العضوية كالسلفوناتات مثلاً .

ب. الإضافات المنظفة :

تحتوي، عادة، على مركبات أو مجموعات وظيفية تؤثر أيضاً على الخواص المانعة للتحات، لذلك فهذه الإضافات ذات مجموعات وظيفية عديدة أو إضافات مركبة. وتزيد الإضافات المنظفة ميل الزيت إلى تشتيت الرواسب المغسولة من أجزاء المحرك، وتمنع التصاق الرواسب بالمعدن، وتساعد على ارتخاء القشور في غرفة الاحتراق وإخراجها جزئياً .

ج. الإضافات المقاومة للتحات :

تحمي معدن الأسطح المزلقة من التحات الذي تسببه المنتجات الحمضية المتكونة في الزيت أثناء عملية تشغيله. وتستعمل مشتقات الكبريت والفوسفور، والمركبات الفينولية. ونفثينات الألومنيوم والكروم، وغيرها إضافات مقاومة للتحات .

ويرجع أن تأثير الإضافات المقاومة للتحات يتلخص في أنها تكون على سطح المعدن طبقة رقيقة، تحميه من التحات، وكذلك تقي الزيت من تكون منتجات الأكسدة .

د. الإضافات المقاومة للأكسدة :

تستعمل المركبات الكبريتية والنتروجينية والفوسفورية والألكيل - فينولية، وكذلك الفينول ذو المجموعات الوظيفية المختلفة" الفينول الأميني والنفثيل-آمين والبارا-أكسي-ثنائي-فينيل-آمين وغيرها" إضافات مقاومة للأكسدة. وتعتمد فعالية الإضافات المقاومة للأكسدة على عمق تنقية الزيت الأساسي. وتبطل الراتنجات والإسفلتيات الموجودة في الزيت غير المنقى تأثير المواد المقاومة للأكسدة .

ولاستخدام الإضافات المقاومة للأكسدة أهمية خاصة بالنسبة للزيوت التي تعمل فترة طويلة، في ظروف التلامس المباشر مع أكسجين الهواء، زيوت الطاقة، مثلاً زيت المحولات والتوربينات. وعلاوة على ذلك، تستخدم بنجاح الإضافات المقاومة للأكسدة في التركيب مع الإضافات الأخرى لزيوت المحركات .

هـ. إضافات اللزوجة :

ترفع هذه الإضافات اللزوجة وتحسن الخواص الحرارية للزوجة. وهي تتمتع بوزن جزيئي عالٍ ولزوجة مرتفعة ومقدرة على رفع لزوجة الزيوت عند إضافتها بكميات صغيرة .

وتستخدم إضافات اللزوجة للحصول على الأنواع الشتوية والأركتيكية من الزيوت، التي تتمتع بدليل لزوجة مرتفع حوالي 120، ودرجة عقد منخفضة .

و. الإضافات المخفضة :

تخفض درجة عقد الزيوت مع تحسين قابليتها للنقل، وظروف بدء إدارة المحركات في فترة الشتاء .

ز. الإضافات المقاومة للبلى والمقاومة للنحت :

تستخدم هذه الإضافات للزيوت التي تعمل في مسننات النقل وفي المسننات الهيبودية في ظروف التحميل والسرعات الكبيرة ودرجات الحرارة المرتفعة. ويزيل الزيت في هذه الظروف من أسطح الاحتكاك الشيء المرتبط ببلى الأجزاء قبل الأوان، والمرتبط حتى بكسرها. ولتحسين خواص تزليق الزيوت تضاف إليها الإضافات المحتوية على مركبات قطبية نشطة. وتستخدم الزيوت النباتية "زيت الخردل وزيت الشلجم وغيرهما" وأسترات الأحماض الكربوكسيلية، مع الكحولات ومنتجات أكسدة البارافين، والكبريت الأيدروكربونية المحتوية على الكلور والفوسفور، وخاصة البارافين المكلور، والمركبات الأروماتية المكلورة، وغيرها كإضافات لتحسين خواص هذا النوع .

ح. الإضافات الخاصة :

تستخدم لمنع تكون الرغاوي في الزيوت أثناء العمل. ولوقاية الأجزاء المعدنية من الصدأ في ظروف تأثير الوسط الرطب وأكسجين الهواء، تضاف إلى الزيوت الإضافات المقاومة للصدأ مثل الإضافات السلفونية والإضافات المحتوية على الفازلين المؤكسد، والإضافات المركبة من الأحماض الدهنية العديدة الأيدروكسيل ذات السلسلة الطويلة والمواد الأخرى ذات النشاط السطحي . وتشكل الإضافة إلى الزيت التي ينصح بها نحو%1-3 ، ويستخدم، عادة، هذا الزيت في محركات السفن .

2 . الإضافات إلى الوقود :

يحضر بنزين الطائرات والسيارات بخلط المركبات المختلفة مثل الألكيل-بنزين، والألكيل-بنزول، والبيروبنزول والطولوين، والقطفات التي يحصل عليها من التقطير الأولي للبترول، وكذلك القطفات التي يحصل عليها من التكسير بالحفز والتكسير الحراري .

وإلى جانب ذلك تضاف إلى وقود الطائرات وبعض أنواع وقود السيارات المواد المانعة للخبط التي تساعد على رفع العدد الأوكتاني للبنزين .وأكثر مادة مانعة للخبط انتشارا هي رابع-أثيل-الرصاص Pb $(C_2H_5)_4$ وهو سائل شفاف عديم اللون يذوب بسهولة في الأيدروكربونات ولا يذوب في الماء، وله سمية عالية. ويستخدم رابع - أثيل - الرصاص على صورة إضافة إلى الوقود في المخلوط مع بروميد الأثيل وثنائي - برومو - الأيثان أو مع ثنائي - برومو البروبان وأحادي - كلور - النفثالين. وقد اتضح أن إضافة هذه المركبات لابد منها، إذ إن رابع أثيل - الرصاص، عند احتراقه، يكون على جدران غرفة الاحتراق والأسطوانة، وكذلك على شموع الشرارة والصمامات رواسب تخلّ بالعمل الطبيعي للمحرك. وعند إضافة بروميد -الأثيل وأحادي - كلورو - النفثالين إلى رابع - أثيل - الرصاص تتكون مركبات الرصاص الكلورية والبرومية المتطايرة، التي يقذف بها من أسطوانة المحرك مع غازات العادم. ويطلق على مخلوط المركبات اسم السائل الأثيلي. ويوضح الجدول التالي تركيب السوائل الأثيلية-1 II-2, P-9, TC.

تركيب السوائل الأثيلية

تركيب السائل الأثيلي	السائل الأثيلي		
	TC-1	P-9	II-2
رابع أثيل - الرصاص (%)	58	54	55
مواد القذف (% بالوزن)			
بروميد الأثيل	-	33,0	-
ثنائي - برومو - الأيثان	36,0	-	-
أحادي - كلور - النفثالين	-	0,5+ 6,8	6-5
ثنائي - برومو - البروبان	-	-	34,4
مادة الحشو (بنزين الطائرات)		الباقي	

ويتلخص الاختلاف الأساسي بين السائلين الأيثيلين P-9 وII-2، في وجود الأيدروكربون المهلجن. ويعد ثنائي - برومو - البروبان أقل تطايراً، ولذلك فهو يوفر ثباتًا كبيراً للسائل الأثيلي، وأكبر تجزئة وتوزيعاً منتظمين لرابع أثيل - الرصاص ومادة القذف في أسطوانة المحرك. ويلون السائل الأثيلي بألوان مختلفة، تبعاً لنوع البنزين الذي يستخدم له السائل الأثيلي .

وتعتمد زيادة العدد الأوكتاني للبنزين عند استخدام السائل الأثيلي "قابلية البنزين للسائل الأثيلي" على التركيب الكيميائي للبنزين. وإذا رتبت الأنواع المختلفة للوقود، طبقاً لحساسيتها للسائل الأثيلي، فإنها تكون السلسلة الآتية: البنزين البارافيني ذو العدد الأوكتاني المنخفض، البنزين النفثيني، مخاليط الأيسو - أوكتان والأيسو - بنتان مع بنزين التقطير المباشر، المخاليط البنزولية والبيرو - بنزولية، بنزين التكسير .

وتؤثر نسبة وجود الكبريت في البنزين على حساسية الأخير للسائل الأثيلي. ويخفض توافر الكبريت والمركبات الكبريتية قابلية البنزين لرابع أثيل الرصاص .

وترفع الكميات الأولى من رابع - أثيل - الرصاص المضافة إلى البنزين، العدد الأوكتاني للبنزين بدرجة كبيرة وتؤثر الكميات التالية تأثيراً أقل فعالية. فمثلاً عند إضافة أول سنتيمتر مكعب من السائل الأثيلي إلى 1 كجم من البنزين، يزداد العدد الأوكتاني 10-14 وحدة، ويرفع السنتيمتر المكعب الثاني، المضاف إلى البنزين نفسه، العدد الأوكتاني بمقدار 5-7 درجات فقط، والثالث 2-3 درجات فقط. ولا يؤثر تقريباً السائل الأثيلي في رفع العدد الأوكتاني عند إضافته بعد ذلك .

ويشكل الحد الأقصى لإضافة السائل إلى البنزين 3-4 سم3 لكل 1 كجم. وعند إضافة السائل الأثيلي تتحسن نوعية البنزين، وخاصة عند إضافة الكميات الأولى .

ويتضح من التجربة العملية لاستخدام بنزين الطائرات الأثيلي أن هذا البنزين يتأكسد بسهولة بواسطة الأكسجين الجزيئي، مع تكوين رواسب فينخفض نتيجة لذلك، العدد الأوكتاني ونوعية البنزين .

وتستخدم المواد المقاومة للأكسدة لمنع تحلل السائل الأثيلي. وتعرقل هذه المواد أكسدة رابع - أثيل - الرصاص والأيدروكربونات .وينضم بارا - آكسي - ثنائي - فينيل - آمين $C_6H_5-NH-C_6H_5OH$ الذي تركيزه 0ر004 - 0ر005 % بالوزن إلى أكثر المواد المقاومة للأكسدة انتشاراً. ويحفظ البنزين المثبت بواسطة البارا - آكسي - ثنائي - فينيل - آمين لمدة تزيد عن سنتين دون أن يتحلل، في حين يفقد البنزين غير المثبت مواصفاته بعد 1 – 1.5 سنة .

ويجب أن يتمتع وقود الديزل بعدد سيتاني في حدود 45-50 درجة، لتوفير العمل الاقتصادي للمحرك. ويحصل على مثل هذا الوقود من أنواع البترول ذات القاعدة البارافينية. ولرفع العدد السيتاني

لوقود الديزل، ينصح باستخدام النيترات مثل نيترات الإميل ونيترات الأيسو - بروبيل إضافات.
وتؤدي إضافة 1% من نيترات البيوتيل أو نيترات الإميل إلى زيادة العدد السيتاني لوقود الديزل الناتج من التقطير المباشر للبترول، بمقدار 10-13 درجة. وتتمتع بعض البيروكسيدات أيضاً بخاصية رفع العدد السيتاني لوقود الديزل.

1 . نقل المنتجات البترولية والغاز بين الأقسام :

يعد العمل الدقيق المنتظم لكل عمليات النقل بين الأقسام أحد الشروط الأساسية لنجاح العمل الإنتاجي للمصنع. ويجب أن ينظم النقل بين الأقسام، بحيث يتوفر دائماً في مستودعات الخام احتياطي كاف من الخامات البترولية، وفي مستودعات المنتجات التجارية كمية كافية من السعات الفارغة، لاستقبال المنتجات البترولية من الوحدات .

تُنقل المنتجات البترولية خلال أنابيب التوصيل، التي تُعد الصورة الوحيدة تقريباً والملائمة لنقل الخامات، والمنتجات نصف المصنعة، والمنتجات الجاهزة داخل المصنع أو داخل الأقسام والوحدات. والمنتجات السائلة إما أن تدفع في أنابيب التوصيل بواسطة المضخات، أو تتحرك تحت تأثير نقلها .

وتمد أنابيب التوصيل تحت الأرض وفوقها .ويستخدم وضع أنابيب التوصيل تحت الأرض عندما لا يسمح بزحم المساحات التي تمر بها هذه الأنابيب. وتمد الأنابيب فوق الأرض مباشرة أو على قوائم. ويوفر مد الأنابيب على القوائم منفذًا حرا إليها أثناء الإصلاح والملاحظة. ويجب عزل أنابيب التوصيل الموجودة فوق الأرض التي تنقل فيها المنتجات اللازجة، والقابلة للتجمد، كذلك أنابيب التوصيل ذات القطر الصغير التي يمر فيها البخار "الأنابيب المرافقة". وتطلى أنابيب التوصيل الموجودة فوق الأرض بدهان زيتي أو تغطى بالزفت لوقايتها من الصدأ .

ولوقاية الأنابيب الممدودة تحت الأرض من التحات، تطلى هذه الأنابيب بطبقة من العازل البتيوميني، وفي حالة مد أنابيب التوصيل في أنواع التربة الحاتة جداً، يستخدم ما يسمى بالوقاية الكاثودية، التي يكون من نتيجتها أن تصبح أنابيب التوصيل سالبة كهربياً، مما يضمن وقايتها من التحات الكيميائي .

ويوضع على أنابيب التوصيل ـ التي تنقل خلالها منتجات ساخنة ـ معادلات على صورة عاب حشو، أو أنابيب ملتوية على شكل أنشوطة، لتفادي الانكسار والتشوه الناتجين عن تذبذب درجات الحرارة. وتتيح المعادلات لأنابيب التوصيل إمكانية التمدد أو الانكماش دون الإخلال بإحكامها .

وتستخدم الوصلات المشفهة عند تركيب الصمامات المنزلقة على أنابيب التوصيل، ولربط أنابيب التوصيل بالخزانات ومواسير الملء القائمة والأجهزة الأخرى، وكذلك لتحقيق إمكانية فك أنابيب التوصيل عند الإصلاح. وتلحم الشفاه بالأنابيب، ثم تربط الأنابيب المزودة بالشفاه بواسطة المسامير الملولبة أو المسامير عديمة الرأس. ويتوفر أحكام الوصلة المشفهة عن طريق حشو لين يوضع بين الشفاه .

2 . محطات الضخ والضغط :

الطريقة المثلى لنقل المنتجات البترولية السائلة هي تحركها بتيار ذاتي، عندما ينتقل المنتج تحت تأثير قوة التثاقل الأرضية، من السعة الموجودة على مستوى مرتفع إلى السعة أو إلى الوحدة الموجودة على ارتفاع أقل بكثير. ويتم أيضاً التحرك بتيار ذاتي، عند نقل المنتجات السائلة والغاز من الأجهزة التي تعمل تحت الضغط. وتنقل المنتجات السائلة والغازات في أغلب الأحوال بواسطة المضخات "للمنتجات السائلة"، والضواغط "للغازات ".

وتنقسم محطات الضخ تبعاً لنوع السائل المنقول والغرض من العملية، إلى محطات ضخ الخامات، ومحطات ضخ المنتجات التجارية .وتوجد كذلك محطات ضخ للنقل داخل المصنع، تستخدم لضخ المنتجات نصف المصنعة، والمنتجات الجاهزة، من أجهزة استقبال الأقسام إلى الخزانات المتوسطة والمستودعات التجارية .

ولتسهيل سحب السوائل، من الضروري وضع محطات الضخ تبعاً لمكان وجودها، مثل: محطات ضخ خاصة بمستودعات التخزين، ومحطات ضخ للصب والتفريغ في أرصفة الشحن، ومحطات ضخ خاصة بمصايد البترول... إلخ .

وتستخدم في المصانع مضخات الطرد المركزي، والمضخات الماصة الكابسة، لضخ المنتجات السائلة .

وتتمتع مضخات الطرد المركزي بميزة كبيرة عن المضخات الماصة الكابسة، نظراً لرخصها النسبي وصغر حجمها وانتظام الضخ وبساطة التركيب والاستخدام. ولكن في حالة ضخ أنواع البترول والمنتجات البترولية اللزجة التي لا يمكن خفض لزوجتها بالتسخين، لا تستخدم إلا المضخات الماصة الكابسة، فقط إذ إن معامل فعالية مضخات الطرد المركزي ينخفض بشدة في هذه الحالة .

وتنقسم محطات الضغط تبعا لنوع المنتج المضغوط إلى: محطات ضغط غازية ومحطات ضغط هوائية. وتستخدم محطات الضغط الغازية لضغط الغاز إلى ضغط معين، ثم نقله إلى وحدة معالجة الغاز المناظرة. وتستخدم محطات الضغط الهوائية للحصول على الهواء المضغوط الذي يستخدم لتشغيل الأجهزة والآلات التي تعمل بالهواء المضغوط. وفي العمليات والتفاعلات المختلفة التي تتطلب وجود أكسجين الهواء .

وتنقسم الضواغط تبعاً لمقدار ضغط الغاز المضغوط "الضغط الزائد "إلى :

أ . ضواغط الضغط المنخفض "من 3 إلى 25 ضغط جوي".

ب . ضواغط الضغط المتوسط "من 25 إلى 60 ضغط جوي".

ج . ضواغط الضغط المرتفع "من 60 إلى 350 ضغط جوي".

د . ضواغط الضغط فوق المرتفع "أكثر من 350 ضغط جوي".

وتنقسم الضواغط تبعاً لعدد مراحل الانضغاط إلى: ضواغط أحادية وثنائية وعديدة المراحل. ويعتمد إنتاج الضاغط أساساً على ضغط الغاز المسحوب وعلى سعة المرحلة الأولى. فيزداد إنتاج الضاغط بزيادة حجم المرحلة الأولى وارتفاع الضغط في خط السحب .

وتنقسم الضواغط تبعاً لطريقة تشغيلها إلى :ضواغط مزودة بمجموعة إدارة، وضواغط مزودة بمحرك غازي. وتتكون ضواغط النوع الأول من الضاغط وجهاز إدارته "المحرك"، ويرتبط الضاغط بالمحرك بواسطة: جلبة مشقوقة ذات شفتين، أو صندوق مسننات لتخفيض السرعة أو مجموعة لنقل الحركة بالسيور. وضواغط النوع الثاني هي آلة تتكون من محرك غازي وضاغط .

وتنقسم الضواغط تبعاً لطريقة عملها إلى :ضواغط كباسية وضواغط دورانية وضواغط توربينية .

3 . المستودعات التجارية لسعات المنتجات البترولية :

تحفظ منتجات المصنع الجاهزة في المستودعات التجارية، إلى أن ترسل إلى المستهلك. وتوجد عادة في المصنع عدة مستودعات تجارية، تحفظ في كل منها المنتجات البترولية من نوع معين .

ويختار حجم الخزانات في المستودعات التجارية وعددها تبعاً لكمية المنتجات التجارية المنتجة ومدة تخزينها. ومن الملائم تخصيص ما لا يقل عن ثلاثة خزانات تجارية لكل منتج، إذ يتوفر بذلك العمل المستمر للعمليات التجارية. فيمكن في حالة وجود ثلاثة خزانات، إجراء عملية الشحن من أحدها، وفي الوقت نفسه، يملأ الثاني بالمنتج، ويستخدم الخزان الثالث المملوء لتقدير اختبار جودة المنتج .

ويجب أن توضع المستودعات التجارية في أكثر أماكن المصنع انخفاضاً، وعلى مسافة بعيدة من الوحدات الإنتاجية الأساسية. ويجب المحافظة على هذا الشرط لتجنب دخول المنتجات البترولية في الوحدات الإنتاجية، في حالة حدوث خلل في المستودع التجاري .

وتجهز مستودعات التخزين بأنابيب توصيل، وأجهزة قياس، وأنابيب توصيل المياه لإطفاء الحريق، وجهاز إطفاء رغوي. وتبنى الاستحكامات اللازمة حول مستودعات التخزين فوق الأرض وفي باطنها، وذلك لتجنب سكب المنتجات البترولية على مساحات كبيرة عند انفجار الخزانات. وتسور كل منطقة المستودع، وتجهز بمجارٍ صناعية ومجارٍ للسيول كما تشق طرق وصول للمستودعات.

4 . فقد البترول والمنتجات البترولية أثناء الحفظ وطرق القضاء عليه :

يلاحظ فقد البترول والمنتجات البترولية في مصانع معالجة البترول أثناء إجراء العمليات التقنية المختلفة، وكذلك أثناء تخزين البترول والمنتجات الجاهزة ونقلها .

والفقد يكون إما فقد سوائل أو فقد غازات .

ويمكن تقسيم الفقد تبعاً لنوع عمليات النقل إلى: فقد في الخزانات، وفقد أثناء الشحن والتفريغ .

ويقسم الفقد تبعاً لطابع أسباب ظهوره إلى: فقد أثناء التشغيل، وفقد أثناء الحوادث .

ويحدث فقد البترول والمنتجات البترولية في الصورة السائلة، نتيجة للتسرب الطفيف خلال المواضع غير المحكمة في الخزانات وأنابيب التوصيل والمضخات، وكذلك أثناء صرف المياه المروقة من السعة وتنظيف الأخيرة، عندما تفقد كمية قليلة من المنتجات البترولية مع الماء والقاذورات .

وتفقد المنتجات البترولية على صورة غازات، نتيجة لتسرب الأبخرة المتكونة فوق سطح المنتجات البترولية السائلة الموجودة في الخزانات إلى الجو .

ويزداد الفراغ الغازي في الخزان عند سحب المنتج، ويملأ هذا الفراغ بالهواء الداخل عن طريق صمام الهواء، وكذلك بأبخرة كميات السائل الجديدة المستبخرة. وعند الشحن يملأ السائل الفراغ الغازي، وتطرد الغازات من الخزان في الجو عن طريق صمام الهواء .

ويطلق على تغير حجم الفراغ الغازي، نتيجة لتغير منسوب المنتجات البترولية أثناء شحن الخزان وتفريغه مصطلح "التنفس الكبير "للخزان .

إلا أنه يمكن دخول الهواء الجوي في الفراغ الغازي للخزان، وطرد أبخرة المنتجات البترولية منه، كذلك في حالة ثبوت منسوب المنتج البترولي، وذلك نتيجة لتذبذب درجة الحرارة في الفراغ الغازي عند تغير درجة حرارة الهواء الخارجي. ويطلق على هذه الظاهرة مصطلح "التنفس الصغير" للخزان .

ويعتمد الفقد عند طرد أبخرة القطفات الخفيفة من الخزان على: درجة تطاير المنتجات البترولية، وحجم الفراغ الغازي فوق منسوب السائل في الخزان، وحدود تذبذب كل من درجة حرارة الغازات فوق سطح المنتج ودرجة حرارة هذا السطح .

ولا يحدث الفقد نتيجة للتبخر في الخزانات فقط، وإنما أثناء عمليات الشحن والتفريغ أيضاً. فيتبخر المنتج أثناء صبه في صهاريج السكك الحديدية طوال عملية ملء سعة الصهريج. ومع امتلاء كل سعة الصهريج بالسائل تطرد هذه الأبخرة في الجو .

وتتخذ التدابير الآتية لخفض فقد البترول والمنتجات البترولية والقضاء على هذا الفقد :

أ . إحكام غلق الخزانات بأكبر درجة ممكنة، مع استخدام أجهزة التقاط القطفات السهلة التبخر. وللقضاء التام على الفقد نتيجة لتبخر المنتجات، يجب تشييد خزانات محكمة أفقية وكروية وشبه كروية، تخزن فيها المنتجات تحت ضغط مرتفع. ويسمح استخدام مثل هذه الخزانات بالإحكام التام لعمليات شحن وتفريغ السعات. ويتذبذب في هذه الحالة الضغط داخل الخزانات، ولا يمكن إخراج الأبخرة في الجو إلا في حالة الضرورة، لتجنب الحوادث عندما يزيد الضغط في الخزان عن المعدل المقرر. وتستخدم السقوف "المتحركة" في الخزانات الأسطوانية لخفض الفقد نتيجة لتبخر المنتج. وتغطي هذه السقوف كل مرآة التبخر وتمحو الفراغ الغازي للخزان.

ب . خفض درجة حرارة الفراغ الغازي وتقليل التذبذب اليومي لدرجة الحرارة وذلك بطلي المستودع بطلاء خاص يعكس أشعة الشمس.

5 . الخزانات ومستودعات الغاز :

الخزانات المعدنية الأفقية الأسطوانية الملحومة هي أكثر أنواع الخزانات المستخدمة في تخزين البترول والمنتجات البترولية انتشاراً. ويتراوح حجم هذا النوع من الخزانات بين 100 و 10 آلاف م3 وتنتمي إلى الخزانات ذات السعة الكبيرة. أما الخزانات ذات السعة الصغيرة فحجمها من 5 إلى 70 م3 .

وتزود الخزانات بسلالم تبعاً لسعتها .فالخزانات التي سعتها 100 و200 م3 تزود بسلالم ذات ممر واحد والتي تتراوح سعتها بين 300 و 1000م3 بسلالم ذات ممرين والتي تتراوح سعتها بين 2000 إلى 5000م3 بسلالم عديدة الممرات ذات تركيب منجمي .

ويتحدد نوع الخزانات وعددها تبعاً لنوع المنتج البترولي، وحجم الخزان والسرعة الضرورية لضخ المنتج وسحبه. ويوضح (الشكلان الرقم14 والرقم 15) موضع أجهزة الخزانات التي سعتها 5 آلاف م3،

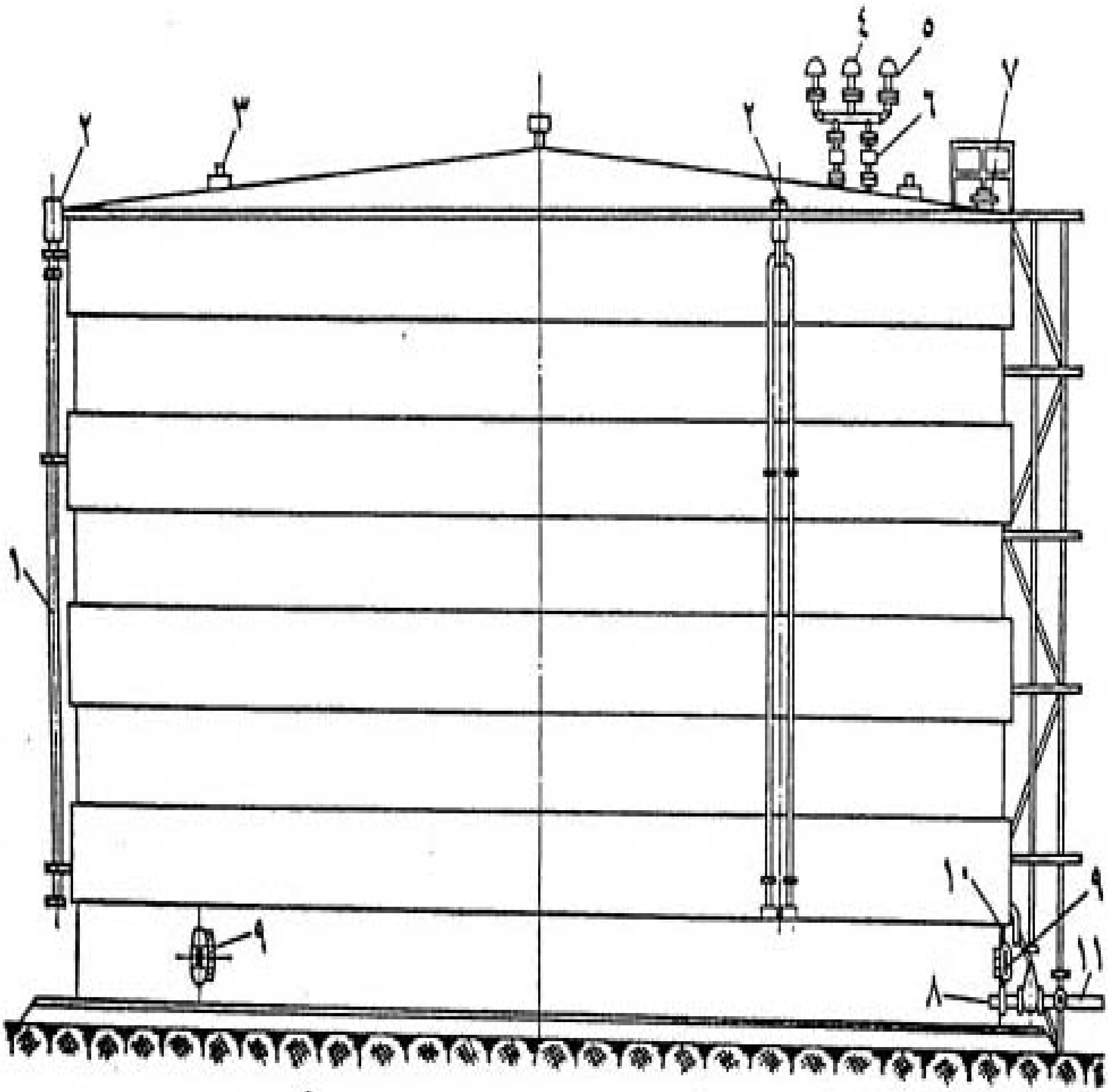
المستخدمة لتخزين المنتجات البترولية الفاتحة والغامقة. وتتمتع الخزانات ذات المقاسات المختلفة بنمطية استخراج العينات sampler وبجهاز قياس المناسيب .

وتشيد الخزانات الأسطوانية القائمة، ذات السقوف والقيعان الكروية، للضغوط الداخلية المرتفعة في الفراغ الغازي. وتصنع خزانات هذا النوع بسعات 200 و300 و500 و700 و1000 و1500 و2000 م3. وتنضم الخزانات ذات السقوف "المتنفسة" "مستودعات الغاز" وذات السقوف "المتحركة" وذات السقوف الغشائية وغيرها، إلى الخزانات الأسطوانية القائمة ذات السقوف الخاصة .

وتنتهي خزانات قياس الغاز (الشكل الرقم 16) بسقف منزلق، يصنع على شكل ناقوس يتحرك عموديا في مانع تسرب أيدرولي خاص. ويوضع لكل مجموعة مكونة من خمسة خزانات تجارية للبنزين ذات سعة5000 م3 خزان واحد، ذو سقف "متنفس"، سعته 6000 م3، يتصل بالخزانات الأخرى بواسطة توصيلات خاصة بالغاز .

وتنفصل مرآة تبخر السائل في الخزانات، ذات السقوف المتحركة، (الشكل الرقم 17)، عن الوسط المحيط بها، عن طريق إقامة عوامات خاصة تعوم بحرية على سطح السائل. ويحكم سد الشقوق بين الجسم والعوامة

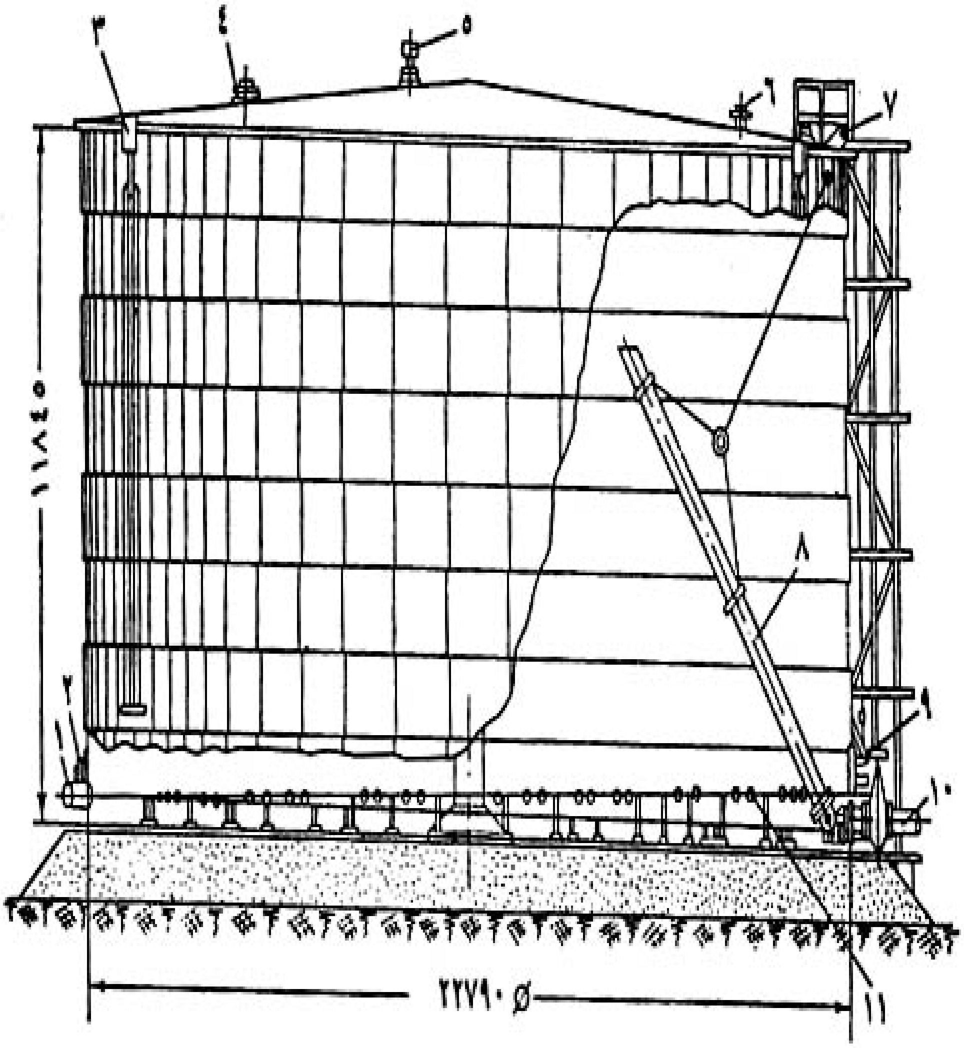
مخطط موضع معدات خزان تخزين المنتجات البترولية الفاتحة



1- صنبور سيفوني، 2- منفذ، 3- غرفة تصريف الرغاوي وأنابيب الرغاوي، 4- كوة اضاءة، 5- أنبوب للتهوية، 6- كوة قياس، 7- مجمع الدجراجات، 8- انبوبة رافعة ، 9- حمالة، 10- أنبوبة الاستقبال والتوزيع، 11- مسخنات.

شكل رقم (14)

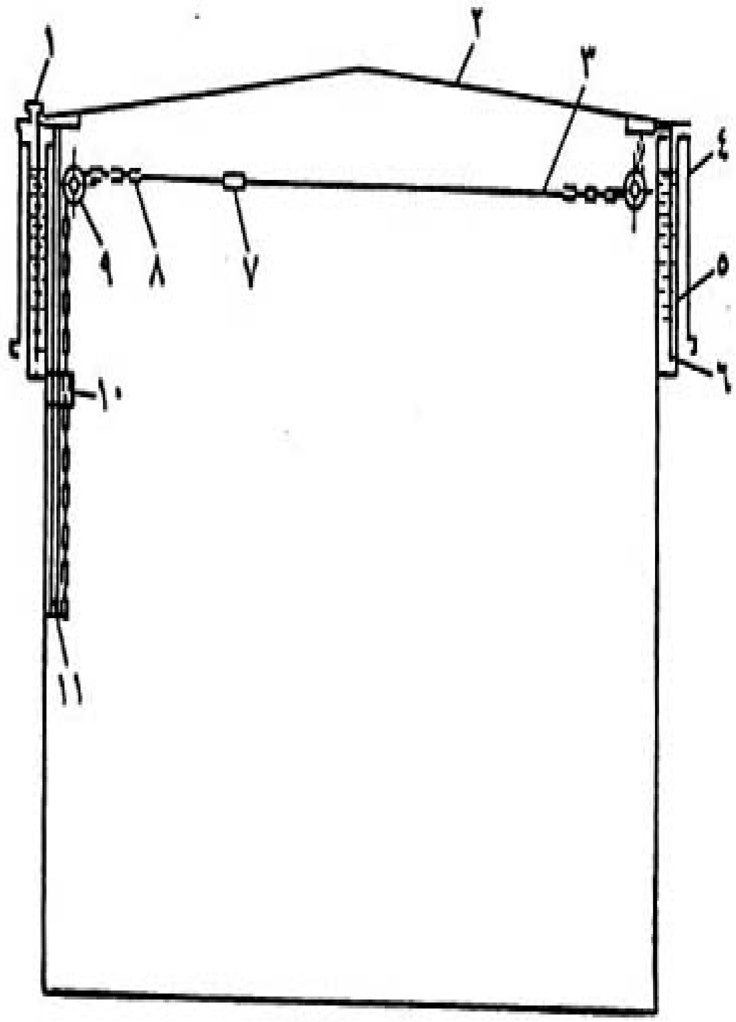
مخطط وضع معدات خزان تخزين المنتجات البترولية الغامقة



١ – صنبور سيفوني ، ٢ – منفذ ، ٣ – غرفة تصريف الرغاوى وأنابيب الرغاوى ، ٤ – كوة اضاءة ، ٥ – أنبوب للتهوية ، ٦ – كوة قياس ، ٧ – مجمع الدحراجات ، ٨ – أنبوبة رافعة ، ٩ – حمالة ، ١٠ – أنبوبة الاستقبال والتوزيع ، ١١ – مسخنات .

شكل رقم (15)

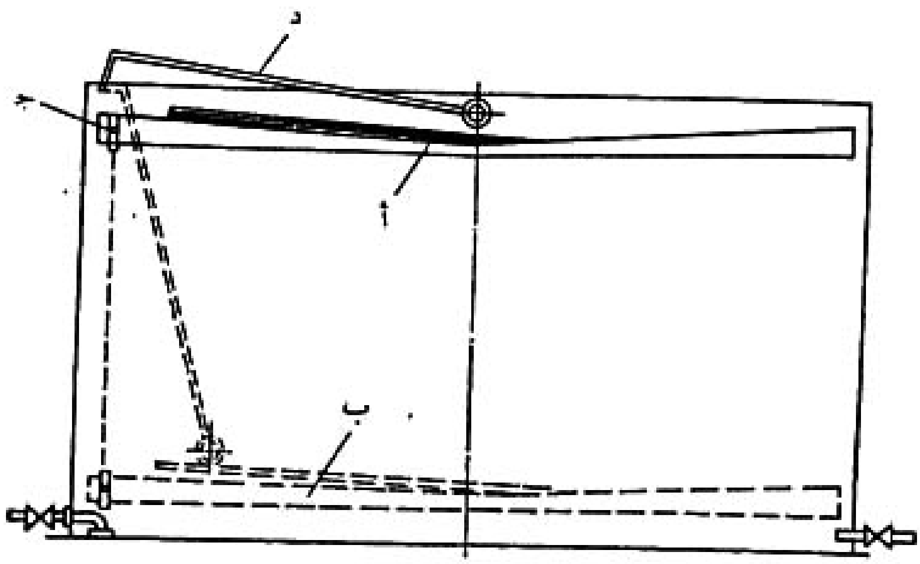
خزان ذو سقف متنفس (مستودع قياس الغاز)

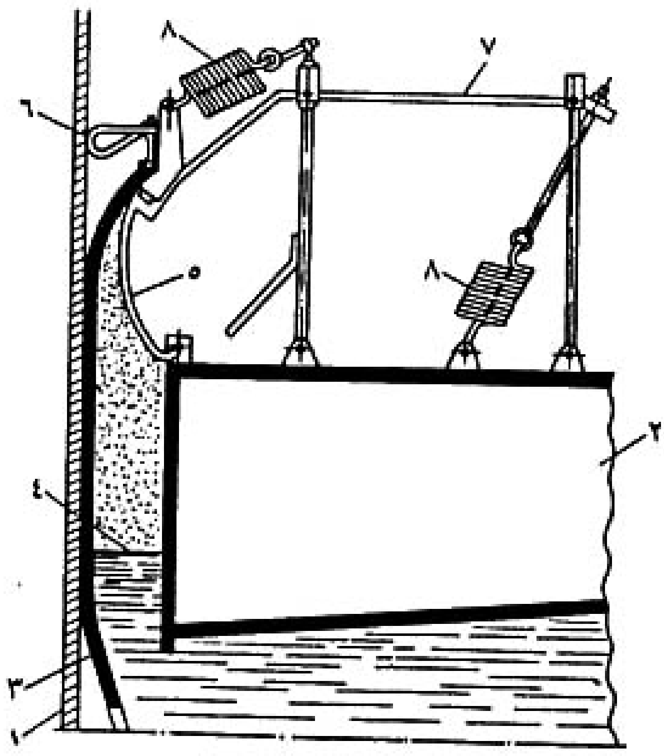


١ – انبوب ملء مانع التسرب الايدرولي ، ٢ – السقف ، ٣ – سلسلة ، ٤ – جهاز واق ، ٥ – هيكل مانع التسرب ، ٦ – ناقوس مانع التسرب ، ٧ – قارنة شد ، ٨ – ساحب ، ٩ – الدحاريج العليا الموجهة ، ١٠ – الدحاريج السفلى ، ١١ – الانابيب الموجهة .

شكل رقم (16)

مخطط الخزان ذى السقف المتحرك





أ – السقف « المتحرك » فى الوضع العلوى ، ب – السقف « المتحرك » فى الوضع السفلى ، جـ – موضع مانع التسرب ، د – مانع التسرب للسقف « المتحرك » ، ١ – جسم الخزان ، ٢ – زورق السقف « المتحرك » ، ٣ – حذاء فرملة ضاغط ، ٤ – منسوب المنتج البترولى فى الخزان ، ٥ – قماش لا ينفذ منه الغاز ، ٦ – مانع التسرب الثانوى ، ٧ – اطار معلق ، ٨ – زنبركات .

شكل رقم (17)

بواسطة حلقات مانعة. ويؤدي عدم وجود الفراغ الغازي فوق سطح المنتج البترولي إلى انعدام فقد أبخرة المنتجات البترولية نتيجة "لتنفس" المستودعات.

ويهيئ غشاء تعويض الغاز، في الخزانات ذات السقوف الغشائية إمكانية انضغاط الغازات وتمددها في الخزانات دون خروجها إلى الجو.

وتستخدم الخزانات الحديدية الأسطوانية الملحومة الأفقية، (الشكل الرقم 18)، بشكل محدود، نظراً لزيادة الاستهلاك النوعي للمعدن لكل 1 م3 من السعة بالمقارنة مع الخزانات القائمة .

وتستخدم الخزانات الأفقية لتخزين قطفات البنزين الرأسية والغازات المتكثفة تحت ضغط مرتفع. وتستخدم في المصانع خزانات تصل سعتها إلى 50 م3 وتعمل تحت ضغط 18 ضغط جوي، وخزانات تصل سعتها إلى 100 م3 وتعمل تحت ضغط 7 ضغط جوي. وتزود الخزانات بصمامات أمان .

وفي الخزانات الكروية الحديدية الملحومة، (الشكل الرقم 19)، تحفظ تحت الضغط الغازات السائلة "البروبان والبيوتان"، التي تتميز أبخرتها بمرونة مرتفعة وتبنى خزانات هذا النوع بسعات 400 و 600 و 800 م3 .

وتستخدم الخزانات الموجودة في باطن الأرض، والمصنوعة من الخرسانة المسلحة، لحفظ الأنواع المتطايرة من البترول والمنتجات البترولية، وكذلك للمنتجات البترولية المسخنة. واستهلاك المعدن في خزانات هذا النوع أقل ما يمكن، كما أنها فعالة من وجهة نظر تقليل فقد المنتجات البترولية .

وتغطى الخزانات الخاصة بالمنتجات البترولية الفاتحة بواسطة ألواح رقيقة من الصلب. وتتم هذه التغطية أثناء عملية صنع المجمعات والأجزاء الهيكلية .

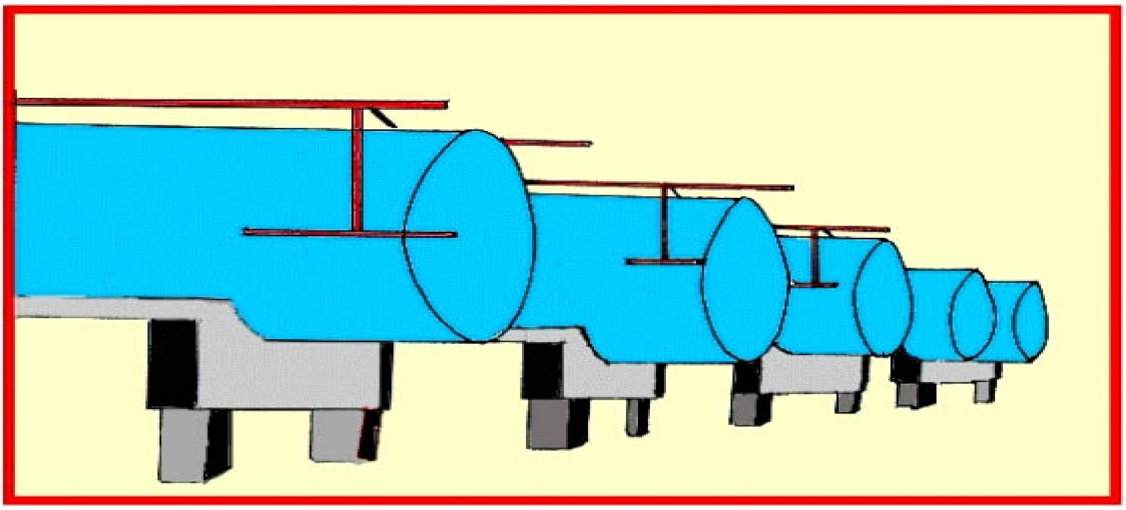
ويعتمد شكل الخزان على سعته: فالخزانات المدورة تتراوح سعتها بين 100 و 1000 م3 والمدورة المستطيلة بين 2000 و 3000 م3، والمستطيلة بسعة 5000 م3 وأكثر. ويوضح (الشكل الرقم 20)، الخزانات الموجودة في باطن الأرض، والمصنوعة من الخرسانة المسلحة .

وتستخدم مستودعات الغاز لحفظ الغازات، وهي خزانات حديدية ذات شكل أسطواني أفقي أو أسطواني قائم أو كروي. ويرتفع الضغط في مستودعات الغاز عند ملئها بالغاز، وينخفض عند سحب الغاز منها .

ويختار نوع المستودع تبعاً لمقدار ضغط الغاز. فتستخدم للغازات تحت ضغط 10-20 ضغط جوي مستودعات الغاز ذات الحجم الثابت والضغط المتغير للغاز. أما للغازات التي لا تتجاوز ضغطها

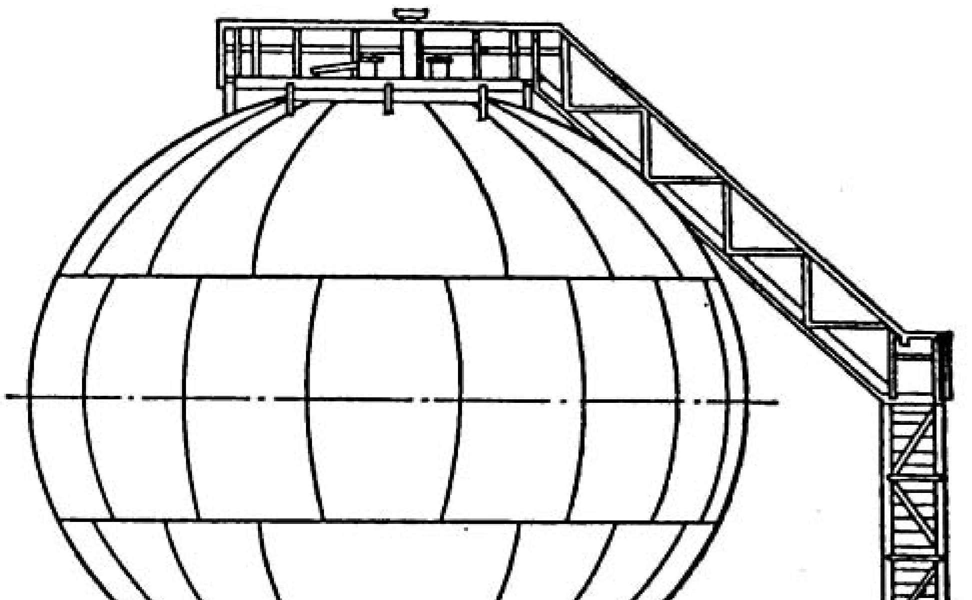
0,5 ضغط جوي، فتستخدم مستودعات الغاز ذات الحجم المتغير والضغط الثابت للغاز. وتنقسم هذه المستودعات إلى نوعين: النوع المبتلّ والنوع الجاف. وأما المبتل فيتكون من خزان أسطواني قائم مملوء بالسائل. ويتحرك بحرية في هذا

الخزانات الاسطوانية الأفقية

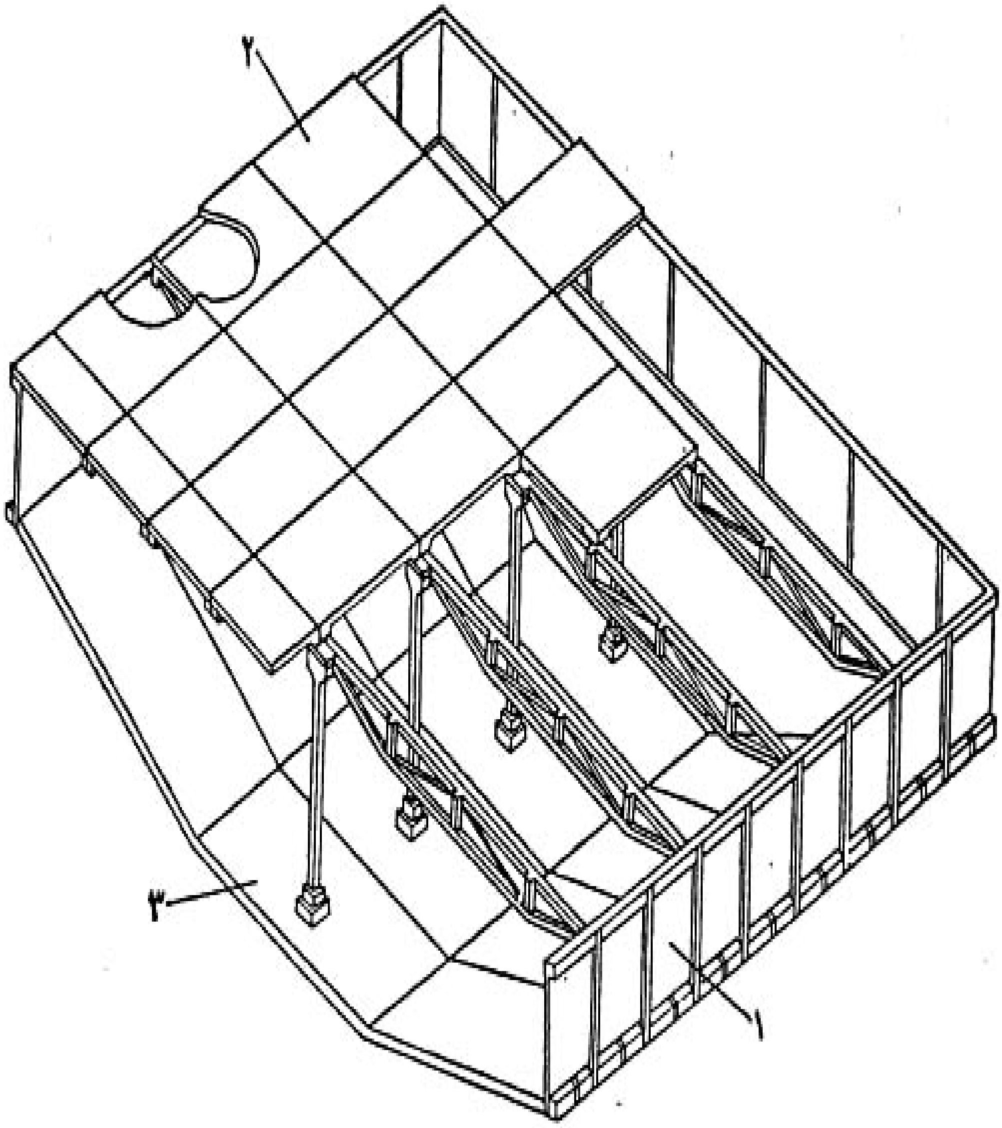


شكل رقم (18)

الخزان الكروى



شكل رقم (19)



١ – هيكل الجدران من الخرسانة المغطاة تمهيديا من الداخل بالواح من الصلب ، ٢ – لوح من الخرسانة المسلحة للتغطية ، ٣ – قاع الخزان من الخرسانة المسلحة المغطاة بالواح الصلب .

شكل رقم (20)

الخزان ناقوس حديدي في اتجاه رأسي. ويدخل الغاز في المستودع أسفل الناقوس الذي يرتفع في هذه اللحظة إلى أعلى .

ويهبط الناقوس في لحظة خروج الغاز من المستودع. ولا يمكن أن يتسرب الغاز من أسفل الناقوس إلى الجو إذ يوجد مانع تسرب أيدرولي بين جسم مستودع الغاز والناقوس .أما مستودع الغاز الجاف ذو الحجم المتغير فخزان أسطواني قائم يتحرك داخله قرص "سقف". ويتوصل إلى الإحكام بين الجسم والسقف المتحرك بواسطة حشو خاص لدن وبواسطة مانع تسرب أيدرولي حلقي مملوء براتنج.

6 . نقل المنتجات البترولية

حتى تتم الاستفادة القصوى من الخامات البترولية، يتطلب ذلك تجميع البترول الناتج من الآبار عبر شبكة أنابيب تمتد خلال الحقول البترولية القريبة من بعضها، وتجميعه في صهاريج تخزين ذات سعات تختلف حسب كميات الخامات المنتجة. وينقل البترول من مصادر إنتاجه إلى معامل التكرير، باستخدام أنابيب البترول والسفن البحرية العملاقة، وتستخدم أنابيب من الصلب تتراوح أقطارها بين 2 و 36 بوصة لنقل البترول ومشتقاته، وتمتد من عدة أميال إلى أكثر من بضع آلاف من الأميال. ومن خطوط الأنابيب المشهورة في العالم خط التابلاين الذي كان ممتدا من الظهران بالمملكة العربية السعودية إلى لبنان وسورية، حيث ينقل بترول الخليج العربي إلى شاطئ البحر الأبيض المتوسط، ومنه إلى دول أوروبا الغربية وأمريكا، وقد توقف العمل بهذا الخط نظراً للحروب المستمرة بالشام وأعمال التخريب. وقد استعاضت المملكة العربية السعودية عن التابلاين بإنشاء خط للأنابيب بين المنطقة الشرقية ومدينة ينبع، وبذلك يتم نقل الخام السعودي إلى شاطئ البحر الأحمر، ومنه بالعبارات العملاقة إلى دول أوروبا الغربية وأمريكا. ومن الخطوط التي أنشئت حديثاً، خط الخام الذي ينقل البترول المنتج في ألاسكا إلى الولايات المتحدة الأمريكية. وكذلك الخط الذي ينقل الغاز الطبيعي من أوروبا الغربية إلى روسيا. أما عن شبكات الأنابيب التي تنقل المنتجات البترولية الغازية والسائلة من مصافي البترول إلى مصادر استهلاكه، فنجدها تنتشر في العديد من الدول. وأصبح من السائد الآن توافر شبكات الغاز الطبيعي عبر المدن، لتوفير الطاقة المنزلية، بدلاً من تعبئة الغازات البترولية المسالة في أسطوانات محدودة السعة، ومضيعة للجهد والوقت في إعادة ملئها. ويستخدم البلاستيك في صناعة شبكات أنابيب الغاز الطبيعي الممتدة عبر المدن. ومن الأخطار المحسوبة في نقل البترول عبر الأنابيب، تعرض خطوط الأنابيب لعوامل التعرية والتقلبات المناخية والهزات الأرضية والتخريب؛ مما يعرضها للتلف وتلوث البيئة المحيطة بالأماكن التالفة، ناهيك عن الحرائق الناتجة عن التسربات البترولية .

وتعد الناقلات العملاقة من أهم الوسائل الشائعة لنقل الخامات البترولية ومنتجاتها عبر القارات. وباستخدام الناقلات، يتم نقل أكثر من 80% من الإنتاج العالمي للبترول. وتتراوح سعة هذه الناقلات بين

100 ألف و 250 ألف طن. ولا يخفى الآن مدى خطورة الزيادة المستمرة في حمولات الناقلات العملاقة، وتعرضها المستمر للجنوح على الشواطئ، أو الاصطدامات البحرية مع السفن الأخرى، أو الألغام البحرية، خصوصا في أيام الحروب الإقليمية. وينتج عن ذلك تسرب البترول بكميات كبيرة إلى سطح الماء؛ مما يؤدي إلى تلوث البيئة البحرية والشواطئ، وما في ذلك من أخطار على الحياة الفطرية البحرية والبرية. ومن المشكلات الأخرى التي تسببها هذه الناقلات، أنها لا تستطيع، بكامل حمولاتها، المرور عبر الممرات المائية الصناعية التي عادة ما تكون ضيقة وضحلة ويتطلب العبور من خلالها رسوما باهظة .وأخيرا أثناء رحلة العودة لهذه الناقلات، فإنها تقوم بدفع كميات من ماء البحر في خزاناتها لحفظ توازنها وهي فارغة، في أجواء المحيطات المتقلبة، ثم تقوم بتفريغ هذه المياه المحملة ببقايا الخام قبل الدخول إلى موانئ شحن البترول، مما يعمل على تلوث الشواطئ القريبة من هذه الموانئ. وقد استنت العديد من القوانين الدولية التي تحرم على هذه الناقلات دفع المياه الملوثة في المياه الإقليمية للدول، وقصر هذه العمليات على أعالي البحار .

ولا يقتصر نقل المنتجات البترولية على العبارات والأنابيب البترولية، ولكن يعدو ذلك إلى معظم وسائل النقل المعروفة. فعلى سبيل المثال، تنقل منتجات البترول عن طريق السكك الحديدية في عربات تتراوح سعتها بين 10 و 50 طنا، ومجهزة بإمكانات خاصة لتفي بالغرض المطلوب. وتنقل الغازات البترولية المسالة في عربات تتحمل الضغط البخاري العالي لهذه الغازات. كما تنقل المنتجات الثقيلة في عربات مجهزة بسخانات تحفظ هذه المنتجات في الحالة السائلة حتى يسهل ضخها .

وتستخدم سيارات النقل الثقيلة في نقل الغازات المسالة، والجازولين، والسولار، وزيت الديزل من معامل التكرير إلى أماكن الاستهلاك والتوزيع والتصنيع. وتجهز هذه السيارات بأسلوب خاص حسب المنتج المطلوب نقله .

كما تستخدم طائرات النقل العملاقة في نقل وقود الطائرات المدنية والحربية إلى القواعد والموانئ الجوية. وقد تستخدم الطائرات أيضا في تموين الطائرات العسكرية، في الجو؛ وذلك بعد إتمام مهامها والتخلص من حمولاتها عند الرجوع إلى قواعدها .

7 . تطور صناعة البترول في مجال النقل والتوزيع :-

يعد نشاط النقل والتوزيع من أهم عناصر صناعة البترول، حيث إنه يمثل واجهة هذه الصناعة في مواجهة القاعدة العريضة من المستهلكين وكبار العملاء .

وقد تطورت وسائل نقل الخام والمنتجات وتوزيعها لتواكب التطور الكبير، الذي حدث في مجال الإنتاج والتكرير، وكذلك لتواكب التطور الذي حدث في مجال الاستهلاك. فبعد أن كان الكيروسين أهم

المنتجات المستخدمة وقودا، تعددت أنواع الوقود الأخرى، وانتشرت المستودعات اللازمة لتخزين المنتجات البترولية، وتخدمها شبكة ضخمة من وسائل النقل المختلفة، تشمل السكة الحديدية، والشاحنات، والصنادل النهرية، والناقلات الساحلية، وأخيراً خطوط الأنابيب .

وانطلاقاً من سياسة زيادة الاستثمارات العربية، للدخول في مجال النقل والتوزيع، فقد أنشئت عامي 1992،1993م شركتا بترولوب مصر السعودية، وتام أويل مصر الليبية، لإقامة محطات لتموين السيارات وخدمتها في جمهورية مصر العربية. هذا ويبلغ عدد محطات التموين والخدمة بمختلف أنحاء جمهورية مصر العربية حوالي 1550 محطة، منها ما يحمل اسم الشركتين الوطنيتين، الجمعية التعاونية، ومصر للبترول، والباقي يحمل أسماء فروع الشركات الأجنبية العاملة في مصر، ويمثل القطاع الخاص "وكلاء ومتعهدون" الركيزة الأساسية في إدارة هذه المحطات بنسبة تصل إلى 98 .%

ومن أهم مظاهر التطور في مجال النقل بالأنابيب داخل جمهورية مصر العربية، إنشاء خط الأنابيب الممتد من السويس إلى البحر الأبيض المتوسط "العين السخنة ـ سيدى كرير"، وهو ما يطلق عليه "خط سوميد" الذي أنشئ لنقل البترول الخام عبر الأراضي المصرية، من خلال التعامل أساسا مع الناقلات العملاقة، التي تتراوح حمولتها بين 300 ألف و 500 ألف طن ساكن، وهي الناقلات التي تستخدم طريق رأس الرجاء الصالح لنقل خامات الخليج العربي إلى أوروبا وأمريكا الشمالية، وهو بذلك يعمل جنباً إلى جنب مع قناة السويس في استيعاب أكبر قدر ممكن من خامات الخليج العربي المتجهة شمالاً، التي تبلغ حوالي 5 ملايين برميل يوميا، ينقل عبر كل من الخط والقناة كميات قدرها 6و1 مليون برميل يومياً، ومليون برميل يومياً على التوالي، والباقي عبر رأس الرجاء الصالح .

وقد أنشئ هذا الخط بمشاركة عربية بنسبة 50 %من دول السعودية والإمارات والكويت وقطر، بينما تمتلك مصر النسبة المتبقية (50 %)الأخرى، وقد بدأ تشغيل المرحلة الأولى بطاقة قدرها 40 مليون طن سنوياً في عام1977 م، وارتفعت إلى 80 مليون طن سنوياً في عام 1978م. وقد تم مؤخراً تنفيذ المرحلة الثالثة من هذا المشروع العملاق، لزيادة الطاقة إلى 120 مليون طن سنوياً .

وقد استطاع هذا الخط أن يتجاوز مرحلة اتخاذه وسيلة لنقل الخام فقط، إلى تقديم منفذ ثابت وآمن لتسويق كافة خامات الخليج، التي أصبح لها الآن عملاء دائمون يشترون الخام "فوب سيدي كرير"، وهو ما دعا السعودية وإيران إلى الإعلان عن أسعار بيع خاماتها من هذا الميناء. وبدأت النشرات البترولية المتخصصة في نشر أسعار خامات الخليج العربي "فوب سيدي كرير ."

يعد "خط سوميد" من المشروعات المصرية العربية المشتركة الناجحة، ويمثل نموذجاً فريداً يحتذى للعلاقات القائمة على أسس سليمة في مجال التعاون الاقتصادي .

وليس أدل على نجاح هذا المشروع اقتصادياً، أنه تم استرداد كامل تكلفته -500 مليون دولار- في خلال أربع سنوات، كما أظهرت الدراسات إمكانية استرداد تكلفة المرحلة الثالثة لاستكمال طاقة الخط إلى 120 مليون طن سنوياً في غضون عامين .

8 . أنابيب النقل الرئيسة وأرصفة الشحن والأمن الصناعي والوقاية من الحريق أثناء تفريغ وشحن المنتجات :

يطلق على أنابيب التوصيل التي يتم خلالها نقل البترول والمنتجات البترولية لمسافات طويلة "50 كم وأكثر" اسم "أنابيب النقل الرئيسة للمنتجات البترولية". وتستخدم لنقل الغاز من مصانع معالجة البترول، أو من مناطق استخراجه، إلى مناطق الاستهلاك البعيدة "المصانع الكيميائية ".

ويطلق اسم "رصيف السكك الحديدية" على مجموعة الأبنية والأجهزة التي توفر شحن المنتجات وتفريغها من صهاريج السكك الحديدية وإليها. ويستخدم رصيف شحن السكك الحديدية لشحن المنتجات البترولية الجاهزة من الخزانات التجارية بواسطة المضخات إلى صهاريج السكك الحديدية .

وهناك ثلاثة أنواع أساسية لأرصفة الشحن (الشكل الرقم 21) هي: الأرصفة العمودية العادية، والأرصفة العمودية ذات شرفة المراقبة، والأرصفة ذات الساحة العليا. وتواجه الأرصفة العمودية عدة صعوبات مرتبطة بإدخال الخراطيم في الكوات، والتحكم في المنسوب في الصهريج...إلخ ولذلك فهي تستخدم منشآت وقتية .

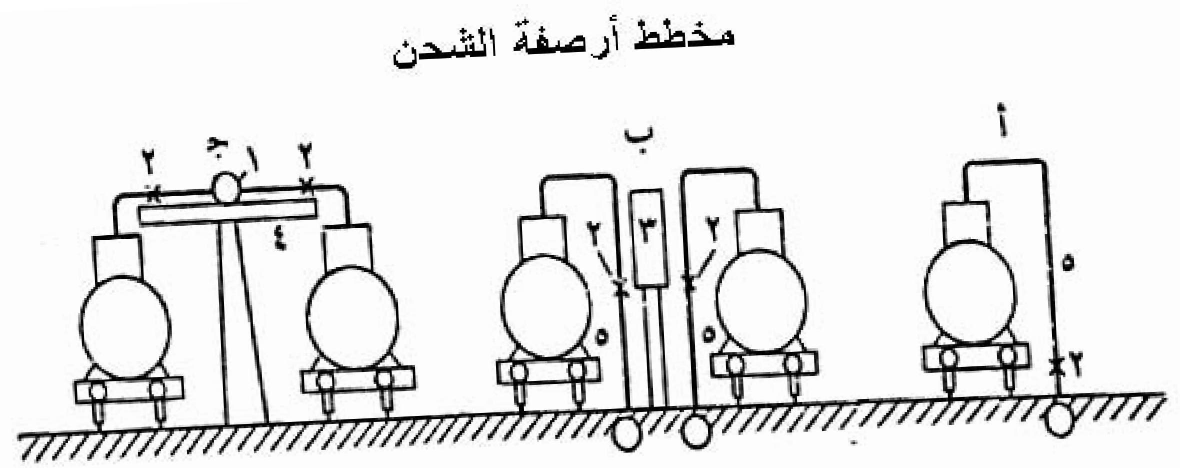
ويختلف النوعان الآخران من الأرصفة فيما بينهما في مخطط مد المجمعات، فيوضع المجمع في إحدى الحالتين على الأرض، ويتم الشحن عن طريق الأعمدة، ويوضع في الحالة الأخرى أعلى من الصهريج، ويتم الشحن عن طريق تحويله. و يتم في كلتا الحالتين توجيه الشحن والتحكم في المنسوب داخل الصهريج من أعلى، مما يؤدي إلى تسهيل عمل عامل الشحن بدرجة كبيرة. وتوضع أعمدة الشحن، والتحويلات بطول شريط خط سكة حديد المصنع. ويوجد لكل نوع من المنتجات البترولية صف من الأعمدة خاص به .

ونظراً لتبخر المنتجات البترولية، فإن الأرصفة تعد مواضع خطيرة قد تنفجر. ويمكن أن تكون الكهرباء الإستاتيكية هي أحد أسباب اندلاع الحريق في الأرصفة. وتظهر هذه الكهرباء عند احتكاك المنتجات البترولية بجدران أنابيب التوصيل، أو احتكاك تيار المنتج البترولي بالهواء..إلخ. وتتراكم شحنات الكهرباء الإستاتيكية المختلفة الإشارة على جزئين معدنيين معزولين عن بعضهما، وعند تفريغ هذه الشحنات تمر بينهما شرارة لها القدرة على إحداث الانفجار أو الحريق. وأحسن طريقه لمنع الاشتعال الناتج من الكهرباء الإستاتيكية، هي التأريض الوثيق لكل الأجهزة المعدنية والخزانات وأنابيب نقل البترول

وأجهزة الشحن والتفريغ، التي تستخدم لتخزين السوائل سهلة الاشتعال ونقلها "البنزول والبنزين والكيروسين..إلخ". ويجب أن تجري جميع أماكن الوصل في دوائر التأريض بدقة عن طريق اللحام .

ولإطفاء الحريق في الأرصفة، يستخدم الماء والرغاوي الكيميائية، والميكانيكية الهوائية، وبخار الماء، والسوائل الكيميائية، والمساحيق "الرمل والتربة.. إلخ ."

وتزود مواضع الرصيف التي يتوقع فيها اندلاع الحريق، بوسائل الإطفاء بالوسائل الموضعية، مثل أجهزة إطفاء الحريق، وصناديق الرمل، والجواريف، وخراطيم الماء، والجرادل، والألواح الأيدرولية...إلخ .



أ – رصيف من مواسير عمودية ، ب – رصيف ذو شرفات مراقبة ، جـ – رصيف ذو ساحة عليا ، ١ – مجمع الشحن ، ٢ – صمام منزلق ، ٣ – شرفات مراقبة ، ٤ – ساحة عليا ، ٥ – ماسورة شحن عمودية .

شكل رقم (21)

وتظهر سمية البترول والمنتجات البترولية عند استنشاق أبخرتها. ويمكن أن يحدث التسمم في بعض الحالات نتيجة لسقوط المنتج السائل على الجلد أو الأغشية المخاطية. ويعتمد التأثير السام لأبخرة السائل على سميته وتبخره، ويزداد بشدة في حالة وجود المركبات الكبريتية "كبريتيد الأيدروجين وثاني أكسيد الكبريت ."

دويكتشف وجود أبخرة البنزين في الهواء برائحته، عندما تكون نسبتها 0,03%. وعندما تصل نسبة أبخرة البنزين في الهواء إلى أكثر من 2%، يفقد الإنسان وعيه، وإذا لم تجر له الإسعافات السريعة يمكن أن يصاب بالتسمم الشديد الذي قد يؤدي إلى الوفاة.

وتزداد سمية البنزين بشدة نتيجة لأثلنته .وتؤثر الأيدروكربونات الأروماتية "البنزول والطولوين والزيلين" تأثيراً ساماً شديداً على جسم الإنسان. ويجب أن يقف العامل أثناء فتح سقوف وكوات الصهاريج وإغلاقها، معطياً ظهره للريح ووجهه للكوة، وذلك للوقاية من تأثير أبخرة المنتجات البترولية. وبعد إدخال الخرطوم أو الأنبوبة تغلق كوة الصهريج بغطاء من التاربولين .

ولتلافي ظهور الكهرباء الإستاتيكية، ولتقليل التبخر، يجب أن يتم شحن السوائل السريعة الاشتعال في الصهريج بتيار منتظم، أسفل منسوب السائل، أي يجب أن يهبط طرف الخرطوم إلى قاع الصهريج .

9 . إمداد المصنع بالبخار والوقود والماء :

تستخدم الطاقة الحرارية للبخار، والماء الساخن، والطاقة الكهربائية، والطاقة الكيميائية "حرارة احتراق الوقود"، لإجراء عمليات معالجة البترول والغاز .

وفي مصانع معالجة البترول، يجب أن يفي الإمداد بالماء بالاحتياجات الإنتاجية "التقنية" واحتياجات الغسيل والشرب واحتياجات مقاومة الحريق .

أ.إمداد المصنع بالبخار :

يستخدم بخار الماء لتشغيل التوربينات البخارية، والمضخات الترددية "الماصة الكابسة" ومضخات الطرد المركزي، والضواغط الترددية "ذات المكابس"، والضواغط التوربينية، ويستخدم في الوحدات التقنية لطرد القطفات الخفيفة بالبخار في أبراج تكرير التقطير، ولتذرية الوقود السائل، وكذلك مادة تسخين في المبادلات الحرارية، ولأغراض مقاومة الحريق... إلخ .

وتبعاً لاحتياجات مصانع معالجة البترول والمصانع الكيميائية، يستخدم البخار ذو الضغط العالي "60-90 ضغط جوي"، والبخار ذو الضغط المرتفع "25-35 ضغط جوي"، والبخار ذو الضغط المتوسط "10-12 ضغط جوي "والبخار ذو الضغط المنخفض "1.6-3 ضغط جوي ".

ب. إمداد المصنع بالوقود :

يعد الوقودان السائل والغازي الوقود الأساسي المستخدم في وحدات الديزل والوحدات التقنية في مصانع معالجة البترول، وفى المصانع الكيميائية. وتستخدم بصورة أساسية المتبقيات الثقيلة لمعالجة البترول" التكسير والتقطير المباشر" وقودا سائلاً للغلايات. والخاصية التشغيلية الأساسية للوقود هي لزوجته. وتنتج أنواع مختلفة من مازوت الأفران المكشوفة، تبعاً لمقدار اللزوجة. وينقى المازوت قبل حرقه من الرطوبة والشوائب الميكانيكية، ويسخن إلى درجة الحرارة الضرورية لتذريته بصورة عادية .

ويتجه وقود الغلايات المنتج في الوحدات التقنية، إلى خزانات الوقود، ومنها يسحب إلى خزانات قياس استهلاك الوقود الموجودة في الوحدات. ويستخدم الغاز الطبيعي والغاز الاصطناعي الجاف وقودا غازيا .

ج. الإمداد بالماء :

تستخدم الأحواض الطبيعية للماء "البحار والبحيرات والأنهار" مصادر للإمداد بالماء .

وتعد الوحدات التقنية المستهلك الرئيس للماء حيث تستهلك الماء لتكثيف المنتجات البترولية وتبريدها، ولإذابة مواد التفاعل، ولتنقية المنتجات البترولية.. إلخ. ويدفع الماء المستخدم في الاحتياجات الإنتاجية تحت الضغط، ويجب أن يكون نقياً وبارداً بدرجة كافية. وينقى الماء من الشوائب الميكانيكية والكيميائية بطرق مختلفة. وتفصل الجسيمات المعلقة عن طريق الترويق والترشيح. ويستخدم الحصى المجروش، ورمل الكوارتز والأنتراسيت.. إلخ مواد ترشيح .وتفصل الجسيمات العضوية الدقيقة - التي تسبب تلوث أسطح التبادل الحراري، وترغى ماء الغلايات في الغلاية البخارية - بواسطة مواد الترويب. فعند إضافة كبريتات الألومنيوم $Al_2(SO_4)_3$ أو كبريتات الحديدوز $FeSO_4$ مثلا إلى الماء، تتكون ندف من المركبات العضوية، التي تترسب بسهولة فتنخفض نسبتها في الماء بمقدار 50-80 %.

ويتم إمداد المصنع بالماء، عن طريق أنبوبة مستقلة خاصة لتوصيل الماء، ويسحب هذا الماء من أنابيب شبكة ماء الشرب الخاصة بالمدينة، ومن الآبار الارتوازية، أو من المصادر الأخرى لماء الشرب في باطن الأرض الذي لا يتطلب التنقية، ومن أنبوبة توصيل الماء في المصنع بعد مروره على منشآت

إضافية خاصة لإتمام تنقيته. ويستهلك هذا الماء في تلبية احتياجات الشرب، وفى تلبية احتياجات الوقاية الصحية "دورات المياه والحمامات...إلخ ".

د. أبراج التبريد ومنشآت تجميع المياه :-

تشتمل المنظومة الدورية للإمداد بالماء، على محطات الضخ وأجهزة التبريد ومنشآت متوسطة. وتستخدم البرك وأحواض الرش وأبراج التبريد مبردات. ونظراً لصغر انبعاث الحرارة من كل وحدة من المساحة التي تشغلها البركة، يتضح أنه من الملائم استخدام برك التبريد غالباً في حالة وجود أحواض مياه طبيعية ذات مساحة كبيرة. ويمكن استخدام التبريد بالبرك في حالة وجود الأحواض المائية الاصطناعية، التي تنشأ لأغراض أخرى لا علاقة لها بمنظومة تبريد الماء .

ويتم الحصول على انبعاث أكبر للحرارة من1 م2 من المساحة، في أحواض الرش التي يفتت فيها الماء إلى قطرات صغيرة بواسطة منافث، مما يؤدي إلى زيادة السطح الحر للماء زيادة كبيرة، ويحسن انبعاث الحرارة. ويعتمد تأثير التبريد في البرك وأحواض الرش على رطوبة الهواء وقوة الريح. ويمكن الحصول على انبعاث حرارة أكبر من كل وحدة مساحة، وتجنب اعتماد تأثير التبريد على الريح، باستخدام أبراج التبريد. ونتيجة لتأثير التبريد الكبير، توفر أبراج التبريد تبريداً عميقاً بدرجة كافية للماء، مما يؤدي إلى خفض معدل تدفق الماء المار في دورة بالمقارنة بأحواض الرش. وتمتاز أبراج التبريد على أحواض الرش، أيضا، بصغر المساحة اللازمة لإقامة أبراج التبريد، وإمكان إقامتها على المساحات التي تم البناء فيها، وقلة جرف القطرات؛ مما يؤدي إلى خفض فقد الماء بدرجة ملحوظة .

ويتكون السطح الكبير للماء في أبراج التبريد على حساب سيلانه على الأسطح المرشوشة "الألواح والشباك والحلقات.. إلخ" على صورة طبقة رقيقة أو قطرات. ويرش الماء في بعض أبراج التبريد على هيئة قطرات صغيرة بواسطة منافث. وتستخدم في أبراج التبريد قوة الريح والسحب الطبيعي للهواء، والسحب المتكون بواسطة التهوية الاصطناعية الساحبة أو الدافعة. وتوجد أبراج تبريد يسمح تركيبها باستخدام السحب الطبيعي لبرج السحب، والتهوية الاصطناعية التي يكونها جهاز تهوية، في وقت واحد. ويبرد الماء في منشآت التبريد عادة من 45 - 50°م إلى 20 ْ25 - م. ويعود الماء المبرد من أبراج التبريد إلى الوحدة بواسطة مضخات .

هـ. محطات ضغط الماء ومحطات الضخ :

ينقل الماء من منبعه إلى المصنع بواسطة محطات الضغط الخاصة برفع الماء الجديد من أماكن سحبه .

ويقع وعاء استقبال الماء قريبا من محطة الضخ بدرجة كافية. وأبسط أنواع منشآت سحب الماء ساحب بالشفط المباشر. وفي حالة عدم كفاية العمق بجوار الشاطئ، أو عدم ملاءمة نوعية الماء المجاور للشاطئ، أو تبعاً للظروف الموضعية تستخدم منشآت سحب الماء التي توضع فيها أنابيب على قاع الحوض المائي. ويتحرك الماء في هذه الأنابيب بتيار ذاتي تحت تأثير التثاقل، ويدخل في بئر الاستقبال. وتقسم البئر بغرض الترشيح غير الدقيق، بواسطة شبكة ثابتة إلى قسمين هما قسم استقبال الماء، وقسم الشفط. ويسحب الماء من قسم الشفط بواسطة مضخات محطة ضغط الماء الخاصة بالرفع الأول، إلى وحدة تنقية الماء في المصنع. ويسحب الماء المروق عديم اللون، بواسطة مضخات محطة ضغط الماء الخاصة بالرفع الثاني للماء الجديد، ويوجه إلى شبكة المياه في المصنع. ويدفع الماء بعد أبراج تبريد الماء "الأحواض" مباشرة بواسطة محطات ضخ مجمع الإمداد الدوري بالماء، لتلبية احتياجات الإنتاج. وفي حالة وجود جهاز التبريد "برج التبريد أو الحوض" على مسافة بعيدة من وحدة الضخ، تقام بئر استقبال بجوار وحدة الضخ، بغرض تقصير طول خط الشفط. ويدخل الماء من جهاز التبريد في البئر، ومنه يشفط بواسطة المضخة.

1 . نظام صرف المياه في المصانع ومعدات الاصطياد :-

تقسم المياه المنصرفة في المصانع والمتخلفة عن الصناعة إلى ثلاثة أنواع رئيسة هي: المياه المتخلفة عن عمليات الإنتاج، والمياه الجوية "السيول"، والمياه المتخلفة عن الأغراض المعيشية .

وتضم المياه المنصرفة من عمليات الإنتاج المياه الخارجة من المكثفات السطحية والمبردات، ومن مكثفات الخلاط البارومترية الخاصة بأبراج التفريغ، والمياه المروقة في خزانات الزيت الخام، وكذلك المياه الخارجة من وحدات المعالجة الحمضية للمنتجات البترولية، والمياه المنصرفة من وحدات خلط الإثيلين، ومن غسل الأجهزة.. إلخ .

وتختلف المجموعات الأساسية من المياه المنصرفة من عمليات الإنتاج كالآتي :

أ . المياه النقية اصطلاحاً الخارجة من المكثفات السطحية،والمبردات الخاصة بأبخرة المنتجات البترولية ومقطراتها السائلة. وهذه المياه خالية من المنتجات البترولية، ما دامت الأجهزة تعمل بصورة حسنة. وتسحب هذه المياه المنصرفة خلال شبكة قائمة بذاتها، لاستخدامها مرة أخرى، أو تصرف في الأحواض المائية دون المرور على مصايد البترول.

ب . المياه المنصرفة الصناعية التي تمر على مصايد البترول لفصل المنتجات البترولية منها

ج . المياه المنصرفة الخاصة التي تحتوي ـ إلى جانب المنتجات البترولية ـ على الشوائب الضارة، مثل القلويات والأحماض والسلفات "كبريتات" والمركبات العضوية "السائل الإثيلي والفينول والفورفورال وغيرها". وتسحب هذه المياه خلال خطوط صرف منفصلة، لتمر على منشآت خاصة للتنقية الفيزيائية الكيميائية وعلى مراكز التنقية البيولوجية.

وتنضم إلى المياه المنصرفة الجوية" السيول" مياه الأمطار والناتجة عن ذوبان الجليد. وتصرف المياه الجوية، في الغالب، من أماكن الوحدات التقنية، ومن الأرصفة والمستودعات التي تتلوث بالبترول ومنتجاته، مع المياه المنصرفة من عمليات الإنتاج. وتصرف المياه الجوية، كالعادة، - باستثناء بعض الحالات النادرة - بعد مرورها على عنبر ترويق، إلى أحواض المياه مباشرة، عن طريق مجار مستقلة خاصة بصرف السيول، وذلك بغرض الإقلال من تحميل المصايد .

وتنضم مياه المجاري الناتجة من الحمامات ودورات المياه إلى مياه الصرف المعيشية، وتتطلب مياه الصرف المعيشية تنقية خاصة تبعاً لطابع تلوثها، وتصرف أساساً في المجاري العامة للمدينة .

وتصرف المياه المنصرفة المستهلكة إلى منشآت التنقية عن طريق مجمعات المجاري. وعند الظروف الملائمة يمكن بدء فصل المنتجات البترولية من المياه في شبكة المجاري. وتصمم المجاري على أساس الحركة الهادئة للسائل، مع جرف الرواسب التي تسقط أثناء الحد الأدنى لمعدل التدفق في مواسير المجاري. ويطلق على مثل هذه السرعة مصطلح "سرعة التنقية الذاتية"، وهي عادة تساوي8 ر0 - 1م/ثانية. ولتقليل شدة تقليب السائل، تعمل منعطفات المجمعات بأقل انحدار سلس ممكن. أما آبار المجمعات فتبنى بطريقة تمنع الهبوط الحاد لمنسوب الماء "فرق المنسوب ".

ولتوفير الدخول السلس للسائل في مصيدة البترول، تمد مواسير شبكة المجاري في الأطراف بميل لا يزيد على 0.001 .0.002 -

وفي حالة عطل إحدى مناطق شبكة المجاري أو انسدادها، توضع بين المجمعات المتوازية خطوط توصيل تسمح بنقل ماء الصرف من إحدى مناطق شبكة المجاري إلى منطقة أخرى .

2 . أهمية مياه الصرف الصناعية في الاقتصاد الوطني وطرق تنقيتها :

تحتوي المياه المنصرفة خلال شبكة المجاري ومصايد البترول إلى منابع المياه الطبيعية على كمية كبيرة من المنتجات البترولية، والأملاح، ومواد التفاعل المنصرفة، وكبريتيد الأيدروجين، وأنواع مختلفة من البكتريا والشوائب الأخرى. ويؤدي صرف المياه الصناعية إلى تلوث منابع المياه تلوثاً شديداً، وإلى تقليل نسبة الأكسجين الذائب في الماء بدرجة كبيرة، مما يؤدي إلى هلاك الأسماك، وسوء الظروف الصحية لسكان المناطق السكنية المجاورة للشاطئ. وقد تتلوث منابع المياه بمياه الصرف المتخلفة عن عمليات الإنتاج، بالدرجة التي لا تصبح فيها هذه المنابع نافعة لأغراض الغسيل والشرب فحسب، بل لأغراض الإنتاج كذلك. وتفقد ـ علاوة على ذلك ـ مع مياه الصرف الصناعية قيم مادية هي البترول والمنتجات البترولية، ومواد التفاعل والمواد الأخرى. ولذلك فإن مكافحة فقد المنتجات البترولية مع مياه الصرف الصناعية لمصانع معالجة البترول، تُعد أمراً ذا أهمية اجتماعية وسياسية .

وهناك ثلاث طرق لتنقية مياه الصرف المتخلفة من عمليات الإنتاج هي: الطريقة الميكانيكية، والطريقة الفيزيائية الكيميائية، والطريقة البيولوجية. وتستخدم هذه الطرق منفردة أو مقترنة ببعضها .

وفي الطريقة الميكانيكية، يتم ترويق المنتجات البترولية، والشوائب الميكانيكية، والجسيمات الكبيرة التي لا تذوب في الماء، والموجودة على صورة معلق. ويسمح الترويق بترسيب الشوائب الميكانيكية، والجسيمات المعلقة، التي تزيد كثافتها على كثافة الماء "الرمل في مصايد الرمل "مثلاً، وكذلك بفصل المنتجات البترولية الأقل كثافة، التي تطفو على السطح "التقاط الكتلة الأساسية من البترول والمنتجات البترولية في مصايد البترول" مثلاً .

وترشح المياه الصناعية خلال مرشحات الترويق" حلقات راشيج والخزف والكوك والأنتراسيت وغيرها"، بغرض الاحتجاز الميكانيكي لجسيمات المنتجات البترولية المستحلبة. واستخدام هذه المرشحات محدود، حيث إنها لا تهدم المستحلب البترولي، وتسد بالجسيمات المعلقة، وتتطلب ملاحظة مستمرة .

وتستخدم طرق التنقية الفيزيائية الكيميائية، لفصل الأحماض المعدنية، والعضوية، والقلويات والأملاح، والمواد الأخرى، الموجودة بمياه الصرف الصناعية. وتتلخص هذه الطرق في إضافة مواد التفاعل إلى الماء الخاضع للتنقية، فتدخل هذه المواد في تفاعل كيميائي مع المركبات غير المرغوب، فيها؛ مما يساعد على تنقية الماء. وتساعد مواد التفاعل ـ في بعض الحالات ـ على تحطيم المستحلبات، ومعادلة الأحماض والقلويات، وفي حالات أخرى، تساعد على تحسين فصل المواد عديمة الذوبان، وتمتص المواد الذائبة، وتحول المواد الضارة إلى مواد غير ضارة، والمواد الذائبة إلى مواد عديمة الذوبان .

وتعد طريقة التعويم إحدى الطرق البسيطة لتنقية مياه الصرف الصناعية من البترول، وفيها تشبع الماء بفقاعات الهواء المشتتة تشتيتا دقيقاً، وتلتصق جسيمات البترول بفقاعات الهواء هذه، وتطفو على سطح الماء مكونة طبقة من الرغاوي .

وتجرى غالباً عملية تنقية مياه الصرف الصناعية المحتوية على البنزين المؤثان، بطريقة فيزيائية كيميائية بواسطة مذيب استخلاصي .ويستعمل البنزين غير المؤثان مذيبا .

وتقوم طرق التنقية البيولوجية على أساس العمليات البيوكيميائية، لأكسدة المواد العضوية، الموجودة في مياه الصرف الصناعية .ويمكن استخدام التنقية البيولوجية، في حالة عدم احتواء مياه الصرف على كمية كبيرة من المواد السامة، التي تخل بالنشاط الحيوي للكائنات الحية الدقيقة، في الوقت نفسه الذي توجد فيه كمية كافية من المواد الغذائية "البوتاسيوم، والنيتروجين، والفوسفور، وغيرها" والمركبات العضوية التي تتأكسد بسهولة، نتيجة للعمليات البيوكيميائية .

ويجب أن تسبق التنقية البيوكيميائية لمياه الصرف عمليات معالجة هذه المياه تمهيدياً. فالمياه المحتوية على كبريتيد الأيدروجين، والفينولات التي تعوق النشاط الحيوي للكائنات الحية الدقيقة، تعالج تمهيديا، وتخفف بواسطة مياه الشرب، والمياه النقية اصطلاحاً. وكلما قلّ تركيز البترول والمنتجات البترولية في الماء، وزادت درجة تشتتها، زادت حدة تحطيم البترول بواسطة البكتريا، أي يصبح من الممكن تنقية مياه الصرف من البترول تنقية تامة، الشيء الذي لا يمكن التوصل إليه بطرق التنقية الميكانيكية .

وتتم في مصانع معالجة البترول عملية التنقية البيولوجية لمياه الصرف المنقاة تمهيديا بطريقة ميكانيكية، في مرشحات هوائية، وفي برك بيولوجية، عن طريق إضافة المياه المعيشية المنقاة، والهواء، وبعض الأملاح المعدنية الضرورية للنشاط الحيوي للكائنات الحية الدقيقة .

3 . تركيب مصايد المنتجات البترولية وتشغيلها :

معدات صيد البترول هي مجمع منشآت التنقية، بالطريقة الميكانيكية، والترويق الإضافي، وإتمام التنقية النهائية لمياه الصرف، ومنظومة المضخات والخزانات الخاصة بضخ الماء ونزعه وتخزين المنتج البترولي الملتقط ونقله إلى صهاريج الخام في المصنع .

ويوضح (الشكل الرقم 22) الرسم التخطيطي لمعدات الصيد في مصانع معالجة البترول .

وتمر مياه الصرف الصناعية على مجمع تيارات مياه الصرف، وعلى المصفاة، ومصيدة الرمل، ثم تدخل في مصيدة البترول، حيث تروق الكتلة الأساسية من المنتجات البترولية والشوائب الميكانيكية. وتسيل مياه الصرف من مصيدة البترول إلى بركة الترويق الإضافي للمنتجات البترولية، قبل دخول المياه الصناعية لاستخدامها مرة أخرى، أو قبل دخولها في وحدة إتمام التنقية. وتجمع المنتجات البترولية، الملتقطة في مصيدة البترول، وفي بركة الترويق، في خزانات تجميع البترول، ثم تدفع بواسطة المضخات إلى خزانات مختلفة، لإجراء عملية نزع الماء، وتدخل بعد ذلك في وحدة لنزع الماء من المنتج الملتقط. ويوجه المنتج المنزوع منه الماء إلى خزانات الخام في المصنع .

ويضخ الراسب الموجود في مصيدة الرمل إلى ساحة خاصة. أما الراسب الموجود في مصيدة البترول، فيجمع في سعة، ويدفع بواسطة المضخات إلى مجمعات الغرين، أو إلى ساحات الغرين. ويجفف الغرين في الساحات ثم ينقل من المصنع .

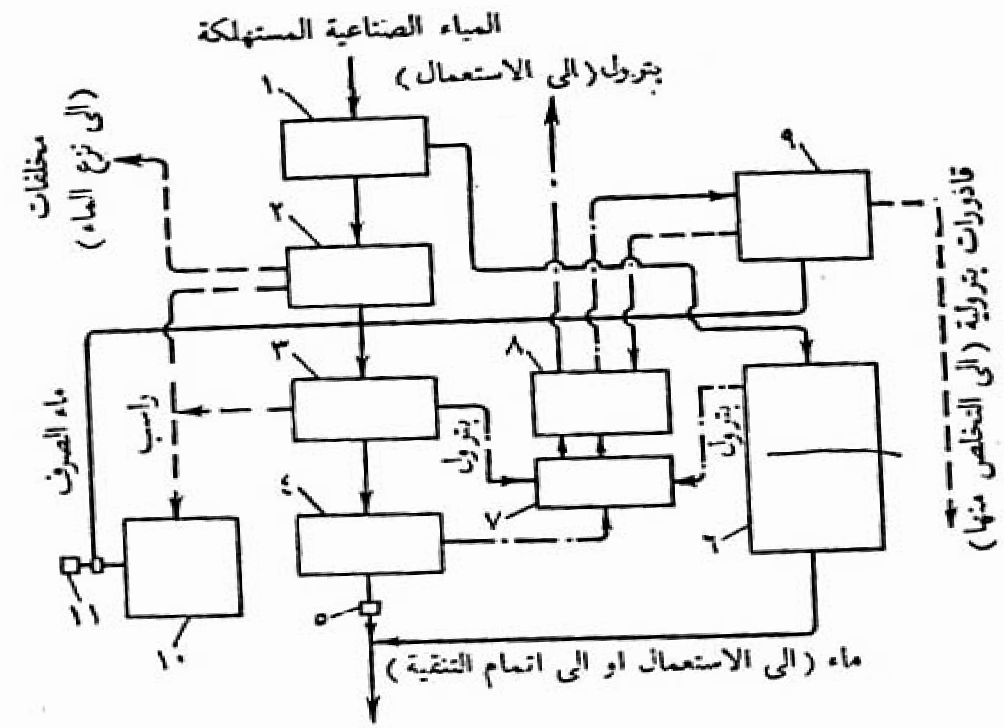
ولا تستطيع منشآت التنقية لمجاري المصنع، في حالة الأمطار الغزيرة، أن توفر عملاً طبيعياً؛ ولذلك يوجه الماء الزائد من غرفة تجميع السيول إلى مخزن احتياطي، مخصص كذلك لاستقبال المنتجات البترولية، في حالة عطل الخزانات .

ومصيدة البترول المستخدمة في مصانع معالجة البترول، هي مروق أفقي في باطن الأرض، مقسم بواسطة جدران طولية إلى قسمين أو أكثر .وتعمل هذه الأقسام بالتوازي (الشكل الرقم23).

وتبنى مصايد البترول من الخرسانة المسلحة، وغالباً على شكل مستطيل. وتدخل مياه الصرف من غرفة خاصة، عن طريق مسايل مائية، في كل قسم من أقسام مصيدة البترول. ومن المصيدة تدخل مياه الصرف إلى غرفة الترويق، عن طريق شبكة توزيع رأسية. وتنفصل المياه والمنتجات البترولية والشوائب

الميكانيكية، نتيجة لاختلاف أوزانها النوعية، فيطفو المنتج البترولي على السطح، وتترسب المواد المعدنية الصلبة إلى قاع مصيدة البترول .

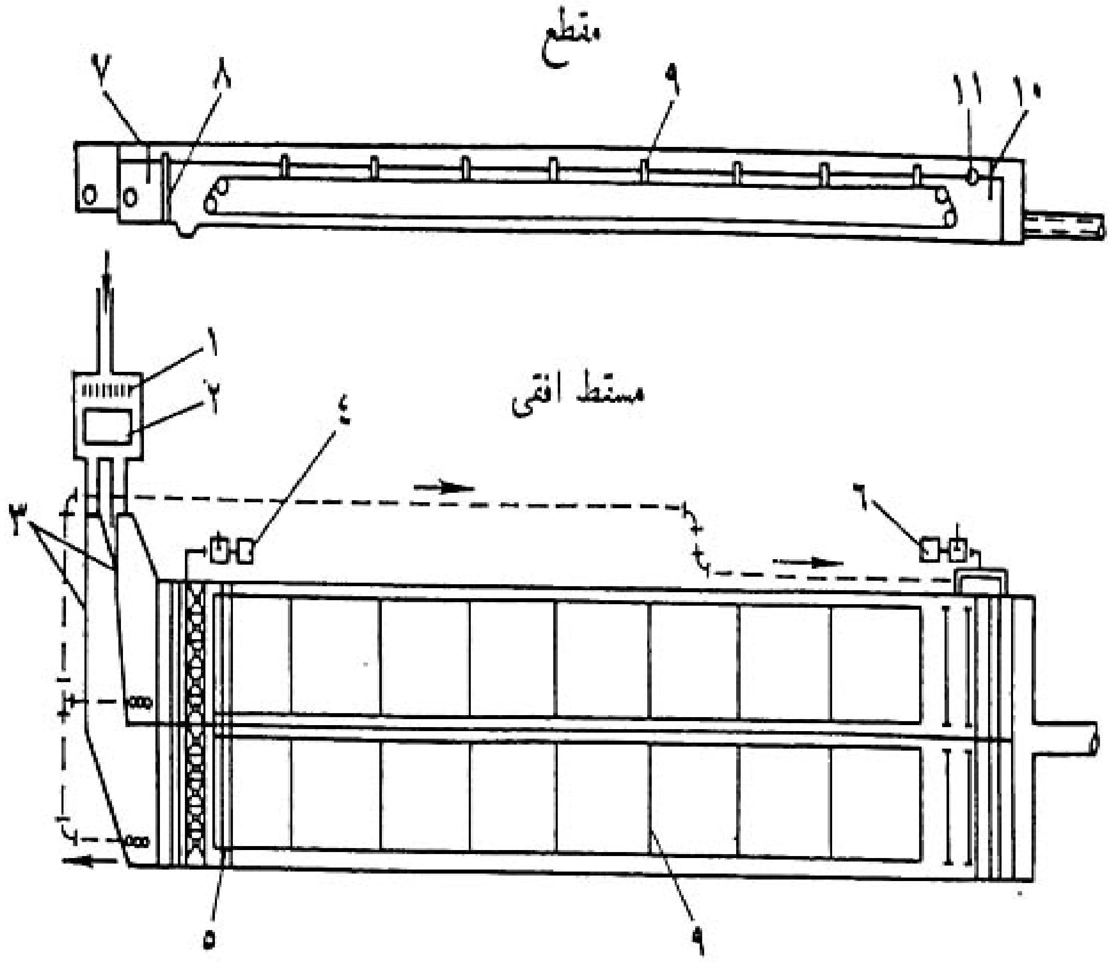
الرسم التخطيطى لمعدات الاصطياد الخاصة بتنقية المياه الصناعية فى مصانع معالجة البترول



١ – مستقبل وابل الصرف ، ٢ – مصفاة ومصيدة الرمل ، ٣ – مصيدة البترول ، ٤ – بركة ترويق ، ٥ – وحدة قياس المياه ، ٦ – مخزن احتياطى ، ٧ – خزان تجميع البترول ، ٨ – محطة الضخ ، ٩ – وحدة لنزع الماء من البترول ، ١٠ – منشآت لمعالجة الراسب ، ١١ – وحدة الضخ .

شكل رقم (22)

تركيب مصيدة البترول



١ – مصفاة ، ٢ – ساحة العمل ، ٣ – غرف التوزيع المغلقة ، ٤ – مضخة الغرين ، ٥ – ناقلة كاشطة ، ٦ – مضخة البترول ، ٧ – حاجز احتجاز البترول ، ٨ – مصفاة راسية ، ٩ – كاشطات خشبية ، ١٠ – حاجز احتجاز البترول ، ١١ – انبوبة تجميع البترول .

شكل رقم (23)

ويجمع المنتج البترولي من سطح الماء، بواسطة أنابيب مشققة دورانية. ويمر الماء المتخلص من المنتجات البترولية أسفل جدار احتجاز البترول، ويصب من خلال فتحة صرف الماء في مزارب الصرف، ثم يدخل في مجمع الصرف .

وتزود مصايد البترول بآلية كاشطة "ناقلة مزودة بكاشطات خشبية"، تعمل بواسطة محرك كهربائي. وتشغل آلية الكشط دورياً لدفع المنتج البترولي إلى أنابيب تجميع البترول، ولتجميع الراسب من قاع المصيدة في صومعة نقرية. ويسحب الراسب من الصومعة، عن طريق ماسورة الغرين إلى مجمعات الغرين. ويدخل المنتج الملتقط، عن طريق أنابيب تجميع البترول، في خزانات تجميع المنتجات "غرف"، ومنها يسحب إلى خزانات تهيئة الخام .

ويبقى جزء من المنتجات البترولية التي لم تتروق في مصايد البترول، في الماء الخارج من المصيدة، على صورة مستحلب ثابت. ويتجه هذا الماء إلى بركة الترويق لكي يتم الترويق الإضافي، ثم يمر خلال مرشح من الكوارتز، لإجراء عملية تنقية أكثر دقة .

4 . تجميع المنتجات من المصايد ومعالجتها والانتفاع بها :

يجمع المنتج البترولي من المصايد في خزانات خاصة "غرف"، ويفصل الخزان عند امتلائه لترويق الماء من المنتج البترولي. ويدفع المنتج البترولي المروق في خزانات التجميع، بواسطة المضخات، إلى خزانات التهيئة .ويسخن المنتج في الخزان بالبخار، "عن طريق أنبوب حلزوني للبخار" إلى درجة 65-80 °م، فيتروق الماء، نتيجة لذلك، بسهولة، وينصرف إلى بئر موجودة أمام مصايد البترول. ويدفع المنتج البترولي المنزوع منه الماء إلى خزانات الخام بالمصنع، ويتجه مع الخام إلى وحدات تقطير البترول .

قائمة بالمصطلحات الفنية

Gravimeter	جهاز قياس الجاذبية
Seismograph	جهاز قياس الاهتزازات
Magnetometer	جهاز قياس المغناطيسية
The cable tool	طريقة الدق
The rotary drill	طريقة الحفر الدوار
Turbo drilling	الحفر التوربيني
Christmas tree	مجموعة صمامات كشجرة عيد الميلاد
Associated gases	الغازات المصاحبة
American petroleum institute API	معهد البترول الأمريكي
Simple viscometer	مقياس اللزوجة البسيط
Viscosity index	دليل اللزوجة
Inflammability	الالتهابية
Flash point	درجة الوميض
Ignition point	درجة الاشتعال
Self ignition point	درجة الاشتعال الذاتي
Refractometer	مقياس انكسار الأشعة
Gas separator	فاصل الغاز
Reboiler	مسخن حراري
Hydrophobic	محب للزيت
Hydrophilic	محب للماء
Interface	السطح البيني
Separation	الفصل
Conversion	التحويل
Treatment	المعالجة
Liquefied petroleum gases .L.P.G	الغازات البترولية المسالة
Gasoline	بنزين السيارات
Kerosene	الكيروسين

Gas oil (solar)	السولار وقود الغاز
Vacuum distillation	التقطير تحت الضغط المخلخل
Vacuum pumps	مضخات التفريغ
Stabilizer	مثبت
Lubricating oil	زيوت التزييت
Solvent extraction	الاستخلاص بالمذيبات
Bright stocks	الزيوت المتبقية
Carbon black	أسود الكربون
Antiknock resistance	مقاومة الخبط
Thermal cracking	التكسير الحراري
Coking	التفحيم
Pyrolysis	البيروليز
Catalytic cracking	التكسير بالعامل المساعد
Hydrocracking	التكسير الأيدروجيني
Reforming	الإصلاح الحفزي للبنزين
Platforming	الإصلاح بالبلاتين
Polymerization	البلمرة
Polymers	البلمرات
Sweetening	التحلية
Doctor treatment	طريقة الدكتور لتنقية الجازولين
Sampler	أخذ العينات

الخلاصة :

ذكر سابقًا أن البترول يتكون من خليط معقد، من الغازات، والسوائل، والمواد الصلبة الهيدروكربونية، ومشتقاتها الكبريتية، والنتروجينية، والأكسجينية، وكذلك القليل من المعادن الذائبة كأملاح عضوية، أو مركبات معقدة، والأملاح غير العضوية الذائبة في المعلقات المائية، وماء التكوين، المصاحب للبترول أثناء استخراجه ونقله إلى مصافي البترول. وتختلف نسبة المكونات الهيدروكربونية، وغير الهيدروكربونية باختلاف مصادر إنتاج البترول، وظروف تكوينه وارتحاله وتجمعه في المكامن البترولية ذات الخواص التركيبية، والمكونات المعدنية المختلفة. وكذلك تختلف الخواص الطبيعية والكيميائية للخامات البترولية حسب اختلاف الوزن الجزيئي، والشكل التركيبي للمحتوى الهيدروكربوني .

وللاستفادة القصوى من هذا الخليط الهيدروكربوني، الذي يتراوح مدى غليانه بين 160 و800 درجة مئوية، يجب أن يخضع لعمليات متتابعة، لفصل منتجات بترولية ذات مدى غليان محدود نسبيا "من50 إلى 200 درجة مئوية تقريبا"، وتتميز بصفات طبيعية وكيميائية لتفي بالغرض المطلوب، لاستخداماتها المتنوعة .

وفي أوائل القرن العشرين، كان الغرض الأساسي من تكرير البترول هو الحصول على الكيروسين، لاستخدامه في الإنارة، وإنتاج الطاقة الحرارية للتسخين، والتدفئة، والاستخدام المنزلي. وبمضي الوقت، وتطور المركبات ووسائل النقل والطيران التي تستخدم آلات الاحتراق الداخلي والنفاث، أصبح من اللازم تطور صناعة التكرير، لتوائم احتياجات وسائل النقل، إلى منتجات بترولية ذات مواصفات قياسية محددة ومتناهية الدقة، وذات جودة عالية وحسن أداء عند ظروف التشغيل المختلفة .

وبتطور تقنية الصناعة البترولية في القرن العشرين، ُأنشئت معامل التكرير المتكاملة التي تستطيع استقبال نوعيات مختلفة من الخامات البترولية واستيعابها، مهما تنوعت مصادر إنتاجها، ومهما اختلفت في صفاتها الطبيعية والكيميائية ومكوناتها الهيدروكربونية، ومهما اختلط بها من شوائب، كمعلقات مائية، وأملاح وغير عضوية، ورواسب، وغازات هيدروكربونية وغير كربونية. ثم تقوم المصافي بتحليل الزيت الخام وتصنيفه وتقييمه معمليا، ووضع خطة تكرير متكاملة لمعالجته أوليا، لفصل الغازات والماء والأملاح والشوائب غير المرغوب فيها، والمعوقة لعمليات التكرير المختلفة. ثم تتم عملية الفصل الرئيسة، باستخدام التجزئة الحرارية، عند الضغط الجوي والمخلخل، وضبط مدى غليان المنتجات البترولية المختلفة .ثم يأتي دور معالجة المنتجات البترولية، لتحسين مواصفاتها، إما بطرق التكرير الطبيعية أو الكيميائية، وإذا لم تتوفر المنتجات البترولية من ناحية الكم أو النوع، يأتي دور العمليات التحويلية، من بناء، وبلمرة، وتكسير، وإعادة تشكيل، لاستيفاء حاجة الأسواق المحلية والعالمية من المنتجات البترولية كماً وكيفاً. وبالإضافة إلى ذلك، تتوافر في معامل التكرير المتكاملة أجهزة تصنيع البتروكيماويات الأولية والوسيطة والنهائية .

وبالإضافة إلى أجهزة التقطير، والتكرير، والتصنيع المختلفة، يجب أن تتوافر لمعامل التكرير المتكاملة أجهزة معاونة، مثل محطات القوى الكهربائية التي تمكنها من الاستغناء عن شبكات القوى المحلية، وصهاريج تخزين لاستيعاب كميات كبيرة من الزيت الخام والمنتجات البترولية، وأجهزة معالجة الماء، وإنتاج البخار، وكذلك أجهزة معالجة المخلفات، للمحافظة على البيئة. ولابد أن تقام مصافي البترول على مواقع جغرافية، تتميز بقربها من الأنهار والبحار المفتوحة، حتى يتسنى لها الحصول على مصادر مياه عذبة، بتكاليف زهيدة، لإنتاج البخار والتبريد، وكذلك استقبال سفن نقل البترول الضخمة، وعابرات المحيطات. وأصبح من المألوف ظهور مصافي البترول العملاقة، بأبراجها العالية المميزة، وشعلاتها المضاءة ليل ونهار بالقرب من الموانئ العالمية .

المراجع والمصادر

1. النشرة الشهرية لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك (أكتوبر 1999 .
2. الصناعات اللاحقة والبحث والتطوير، الناشر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، دولة الكويت، 1998، وقائع مؤتمر الطاقة العربي السادس دمشق الجمهورية العربية السورية 10-13 مايو 1998 المجلد الرابع .
3. دكتور مهندس حمدي البمبي،البترول بين النظرية والتطبيق، دار المعارف، مصر، 1996 .
4. الأستاذ الدكتور محمود محمد العمري، النفط والصناعة البترولية، الجزء الأول، كيمياء وتجزئة، جامعة أم القرى، كلية العلوم التطبيقية ـ قسم الكيمياء، 1990 .
5. الأستاذ الدكتور/ محمد محمود السكري، تقرير عن العمليات الصناعية البترولية، معهد بحوث البترول 1998 .
6. ل. إيفانوف، هندسة وصناعة تكرير البترول، دار مير للطباعة والنشر، روسيا، 1971 .

1. Shell Group ,The Petroleum Hand Book, Fourth Edition -(1990).
2. V.N. Frikh, The Chemistry and Technology of Petroleum and Gas. Mir. Publisher Moscow (1985).
3. U. Sokolv ,Petroleum, Mir. Publisher (1972).
4. V.P. Sukhanov ,Petroleum Processing (1982).